

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Diseño de una línea de producción de tequeños de yuca
congelados rellenos de un producto tipo queso a base de
semillas de girasol

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

ELABORADO POR:

Angie Rafaela Cueva Camacho

Solange Mirella Del Rosario Morales

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2020

AGRADECIMIENTOS

Nuestra gratitud a Dios por permitirnos realizar el presente trabajo y cumplir los objetivos a pesar de las adversidades que se han presentado.

A nuestro tutor MSc. Danny Tagle, por su invaluable apoyo, guía y paciencia en cada una de las tutorías que llevamos a cabo en línea.

Nuestro agradecimiento a las MSc. Haydee Torres y MSc. Diana Coello por sus guías y colaboración.

Angie y Solange

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mi padre y mi madre por haberme forjado en ser la persona que soy en la actualidad y por haberme apoyado incondicionalmente a lo largo de mis estudios.

A mis hermanas, amigos y demás familiares por siempre preocuparse por mi bienestar y ayudarme cuando más lo necesitaba.

Este proyecto representa el fruto de sus esfuerzos para poder ver cómo me convierto en un profesional de éxito.

Angie Cueva

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, quienes de algún modo me han expresado su apoyo incondicional.

A mi abuelita materna que, aunque no esté físicamente, siempre vivirá en mis pensamientos.

A mi hija quien es mi luz y me inspira a seguir adelante.

A mis hermanos, demás familiares que son también una parte importante en mi vida y me han brindado su apoyo.

Solange del Rosario

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Angie Rafaela Cueva Camacho y Solange Mirella del Rosario Morales y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Angie Rafaela
Cueva Camacho



Solange Mirella
Del Rosario Morales

EVALUADORES



MSc. Haydeé Torres C.
PROFESOR DE LA MATERIA



MSc. Danny Tagle F.
PROFESOR TUT

RESUMEN

El presente trabajo pretende satisfacer la necesidad que tiene una empresa procesadora de vegetales de desarrollar un producto a partir de un subproducto obtenido de una línea principal de yuca congelada, dándole un valor agregado. Para lo cual se diseñó una línea de proceso de tequeños de yuca rellenos de un producto tipo queso a base de semillas de girasol.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó un diseño experimental de mezclas como medio para determinar una formulación que optimizara los valores sensoriales de aceptación general, apariencia, textura y sabor. Con el uso del software TIBCO Statistica 14.0.0 se obtuvo que los valores óptimos de fécula de yuca, levadura activa seca y goma xantana son 31,3%, 1,3% y 1,9% respectivamente. Se estableció la formulación final del producto, el cual obtuvo un porcentaje de deseabilidad de 81,53%.

Además, se usó el programa Corelap 1.0 para la distribución de actividades del proceso de producción. Se obtuvo una distribución final de la línea de producción de tequeños que optimiza el tiempo del proceso y la distribución de actividades dentro del espacio disponible de 55 m².

Para el análisis de costos se tomó en cuenta los costos operativos y de inversión, además se fijó una producción de 24.615 unidades mensuales luego de establecer como mercado objetivo a personas hispanas, veganas y celiacas en los Estados Unidos. Con un costo unitario de \$1,90 por funda de 12 unidades de 480 gr y una utilidad del 75%, se observó ganancias después de vender 5.933 unidades.

Palabras Clave: Tequeños, sustituto del queso, yuca, semillas de girasol.

ABSTRACT

The present work aims to satisfy the need of a vegetable processing company to develop a product from a by-product obtained from a main line of frozen cassava, giving it added value. For which a process line for tequeños made of cassava and stuffed with a cheese-like product based on sunflower seeds was designed.

For the development of this project, an experimental mixture design was carried out as a mean to determine a formulation that would optimize the sensory values of general acceptance, appearance, texture and flavor. With the software TIBCO Statistica 14.0.0, it was obtained that the optimal values of cassava starch, dry active yeast and xanthan gum are 31,3%, 1,3% and 1,9% respectively. The final formulation of the product was established, which obtained a desirability percentage of 81,53%.

In addition, the Corelap 1.0 program was used for the distribution of activities of the production process. A final distribution of the production line of tequeños was obtained, that optimizes the process time and the distribution of the activities within the available space of 55 m².

For the analysis cost, operating and investment costs were taken into account, and a production of 24.615 units per month was established after establishing the target market for Hispanics, vegans and celiac patients in the United States. With a unit cost of \$ 1,90 per package of 12 units of 480 grams and a profit of 75%, a profit was observed after selling 5.933 units.

Keywords: *Tequeños, Cheese substitute, cassava, sunflower seeds.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Marco teórico.....	3
1.4.1. Yuca.....	3
1.4.2. Composición y valor nutricional de la yuca	3
1.4.3. Producción de yuca en el Ecuador	4
1.4.4. Exportación de yuca y sus productos elaborados.....	5
1.4.5. Fécula o almidón de yuca	5
1.4.6. Efectos del gluten y enfermedad celiaca	6
1.4.7. Productos libres de gluten	7
1.4.8. Semillas de girasol: propiedades y valor nutricional	7
1.4.9. Producción de semillas de girasol.....	8
1.4.10. Queso vegano.....	9
1.4.11. Tequeños.....	9
1.4.12. Diseño de mezclas.....	9
CAPÍTULO 2.....	11

2.	METODOLOGÍA	11
2.1.	Formulación base del producto	11
2.2.	Método experimental	12
2.3.	Prueba de aceptación sensorial	12
2.4.	Análisis estadístico	13
2.5.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tequeños.....	14
2.6.	Diseño de planta.....	14
2.7.	Diagrama de recorrido.....	14
2.8.	Relación entre actividades	15
2.9.	Determinación de espacios	17
2.10.	Distribución de planta.....	17
2.11.	Costos	18
	CAPÍTULO 3.....	19
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	19
3.1.	Formulación del producto tipo queso.....	19
3.2.	Formulación de la masa de tequeño	19
3.2.1.	Prueba de aceptación	20
3.2.2.	Análisis estadístico de datos.....	21
3.2.3.	Fórmula óptima de la masa de tequeños	23
3.3.	Diseño de línea de proceso.....	23
3.3.1.	Dimensiones de Equipos	24
3.3.2.	Diagrama de equipos.....	25
3.3.3.	Diagrama de análisis del proceso.....	27
3.3.4.	Distribución de la línea de proceso.....	28
3.4.	Análisis financiero.....	30
3.4.1.	Capacidad de producción	30
3.4.2.	Precio de Venta al público	31
3.4.3.	Punto de equilibrio.....	31

CAPÍTULO 4.....	32
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
4.1. Conclusiones.....	32
4.2. Recomendaciones.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	32
APÉNDICES.....	32

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
FAO	Food and Agriculture Organization
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
CORPEI	Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones
TRA	Tabla de Relación de Actividades
Ss	Superficie estática
Sg	Superficie de gravitación
Se	Superficie de evolución
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
TRA	Tabla de relación de actividades
SLP	Systematic Layout Planning
C.S.P.	Cantidad suficiente para

SIMBOLOGÍA

Kg	Kilogramo
g	Gramo
mg	Miligramo
ug	Microgramo
Kcal	Kilocalorías
pH	Potencial de Hidrógeno
m	Metro
cm	Centímetros
mm	Milímetros
m ²	Metro cuadrado
%	Porcentaje
°C	Grados Celsius

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Gráfico de predicción de valores óptimos y porcentaje de deseabilidad.	22
Figura 3.2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tequeños.	24
Figura 3.3 Diagrama de equipos para la elaboración de tequeños.	26
Figura 3.4 Diagrama de análisis del proceso para la elaboración de tequeños.....	28
Figura 3.5 Tabla de relación de actividades para la producción de tequeños	28
Figura 3.6 Distribución de la línea de producción de tequeños de yuca obtenido en Corelap.....	29
Figura 3.7 Distribución de la línea de producción de relleno vegano obtenido en Corelap	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Composición del valor nutricional de la yuca y yuca cocida. Por 100 g de alimento (parte comestible). [Cartay, 2004].....	4
Tabla 1.2 Contenido nutricional de la semilla de girasol. Por 100g de alimento. [Gray, 2013]	8
Tabla 2.1 Tabla de factores y niveles para diseño de mezclas.	11
Tabla 2.2 Tabla de factores y niveles establecidos para el programa Statistica.	12
Tabla 2.3 Simbología del diagrama de recorrido. [Del Filete, 2015].....	15
Tabla 2.4 Escala de proximidad. [Del Filete, 2015]	16
Tabla 2.5 Motivo de proximidad. [Del Filete, 2015].....	16
Tabla 2.6 Porcentaje permitido por proximidad. [Vanaclocha, 2004].....	16
Tabla 3.1 Formulación base del producto tipo queso.	19
Tabla 3.2 Formulación base de la masa de yuca.	19
Tabla 3.3 Tabla de proporciones usadas para cada prototipo experimental.	20
Tabla 3.4 Valores de las medias y desviaciones de los resultados obtenidos.	21
Tabla 3.5 Valores de R^2 de los modelos lineal, cuadrático y cúbico especial.....	21
Tabla 3.6 Formulación óptima para la masa de yuca.	23
Tabla 3.7 Dimensiones de los equipos por actividad.....	25
Tabla 3.8 Capacidades de los equipos y tiempos de producción por operación.	30
Tabla 3.9 Capacidad de producción diaria y mensual para la línea de tequeños de yuca.	30
Tabla 3.10 Cálculo de precio de venta.	31
Tabla 3.11 Punto de equilibrio	31

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

Life Food Product Ecuador Lifprodec S.A. es una empresa dedicada al procesamiento de productos de origen vegetal como son la yuca y el plátano. Dentro de sus instalaciones posee una línea de producción destinada para empacar yuca (*Manihot esculenta Crantz*) pelada congelada. La yuca que ingresa a la planta debe ser de color blanco característico para ser empacada. La yuca que no cumple con los estándares de color (subproducto) es destinada a ser procesada en una marmita y un molino obteniéndose una masa de yuca precocida. La cantidad de yuca que se obtiene como subproducto es de aproximadamente 840 Kg al día. El equipo de desarrollo de nuevos productos de la empresa desea aprovechar esta masa y obtener un producto con mayor valor agregado, para que pueda ser exportado a Estados Unidos. La planta de producción está certificada como libre de gluten, por lo que se requiere materias primas que presenten esta característica.

1.2. Justificación

Manihot esculenta Crantz (yuca) es una raíz originaria de América del Sur, esta se cultiva en más de 90 países y es consumida por 500 millones de personas en todo el mundo (Vicuña Galindo et al., 2020).

El Ecuador ha tenido un aumento en la producción de yuca del 65% en el periodo del 2010 al 2019 (MAGAP, 2020). Los productores nacionales destinan la yuca que cumple con ciertos parámetros de calidad a la exportación a países como Colombia y Estados Unidos quienes conforman el 70% de la demanda total (CORPEI, 2009).

En Estados Unidos existe un creciente mercado que consume productos que contengan yuca como ingrediente principal, lo cual ha sido un factor importante en el crecimiento de las importaciones de este país. Según la FAO (2020) el mercado consumidor de yuca en Estados Unidos está conformado por la población hispana que se prevé representará el 25% del país en 2050, y por personas interesadas en la gastronomía de esta zona.

La intolerancia al gluten y la enfermedad celiaca son condiciones que afecta aproximadamente al 1% de la población mundial incluyendo a niños y adultos (Green et al., 2007). El conocimiento de esta afectación ha ido creciendo en los últimos años al igual que la demanda de productos libres de gluten; por ello es importante que se desarrolle una mayor variedad de productos que satisfagan esta creciente demanda.

El mercado mundial de alimentos veganos fue valorado en 12.690 millones de dólares americanos en el año 2018 y se prevé una tasa de expansión anual del 9,6% entre el 2019 y el 2025 (Grand View Research, 2019). El factor clave responsable de este crecimiento es el conocimiento de los beneficios que conlleva seguir una dieta vegana y la necesidad de tener una mayor variedad de productos veganos en el mercado.

El presente proyecto proporcionará el diseño de una línea de producción de tequeños de yuca congelados rellenos de un producto tipo queso a base de semillas de girasol, la cual será una alternativa para generar un alto valor agregado a un recurso que es considerado como subproducto en una línea principal de producción, mejorar los ingresos de la empresa y reducir el impacto ambiental de la operación al aprovechar de forma más eficiente las materias primas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una línea de producción de tequeños de yuca congelados rellenos de un producto tipo queso a base de semillas de girasol, en base a la formulación del producto, aspectos regulatorios, tecnológicos y costos, para el aprovechamiento de un subproducto generado en la línea de producción de yuca pelada congelada.

1.3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar una formulación para la masa de tequeños de yuca considerando sus características sensoriales.

- Proponer una distribución de la línea del proceso para los tequeños de yuca teniendo en cuenta el volumen de producción, capacidad de equipos y espacio disponible en planta.
- Calcular los costos operativos y de inversión para la implementación de la línea de producción de tequeños de yuca.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Yuca

La yuca pertenece a la familia *Euphorbiaceae* del género *Manihot*, existen 100 especies de este género, pero sólo la yuca *Manihot esculenta Crantz* es cultivada por su relevancia económica (Suárez & Mederos, 2011). Las raíces forman un sistema fibroso que puede alcanzar hasta 2,5 metros de profundidad y aproximadamente 10 o menos raíces se convierten en raíces tuberculosas que pueden llegar a tener un tamaño aproximado de 1 metro, con un peso entre 1 a 8 kg cada una. La yuca puede presentar una forma cilíndrica, fusiforme o cónica y su pulpa puede presentar un color amarillo o blanco (Ospina & Ceballos, 2002; INTA, 2017).

A nivel mundial las principales regiones productoras de yuca son África, Asia y América Latina y el Caribe, con una participación del 54,2%, 29,4% y 18,3% respectivamente (FAO, 2000). El rango óptimo de temperatura para su crecimiento va de 25 a 29°C y una precipitación anual de 750 a 2000 mm.

La yuca es el cuarto producto básico de mayor importancia mundial después del arroz, el trigo y el maíz, dado a que es un componente básico para la dieta de más de 1000 millones de personas (FAO, 2000).

1.4.2. Composición y valor nutricional de la yuca

La pulpa de la yuca representa aproximadamente el 80%-85% de su peso fresco, esta parte es la de mayor valor económico y la que almacena toda la energía y nutrientes importantes para la elaboración de productos en la industria alimentaria (Gallego & García, 2020).

La yuca es fundamental para la seguridad alimentaria del país, caracterizándose por ser un alimento nutritivo y rico en energía ya que contiene un 32,8% de carbohidratos, además de minerales, calcio, fósforo, vitamina C y complejo B, componentes necesarios para una correcta alimentación de la población. (INIAP, 2018).

La composición nutricional, para la yuca cruda difiere de la yuca cocida, tal y como se observa en la tabla 1.1. Esto se debe a que el proceso de cocción contribuye a la pérdida de sabor, color y vitaminas termolábiles. Los tiempos y temperaturas de cocción usados en la yuca para que esta sea comestible y segura para el consumo, no puede garantizar la retención de la vitamina A y la vitamina C que son de gran interés actualmente (Ayetigbo et al., 2018).

Tabla 1.1 Composición del valor nutricional de la yuca y yuca cocida. Por 100 g de alimento (parte comestible). [Cartay, 2004]

Componentes	Yuca	Yuca cocida
Calorías (Kcal)	148	136
Humedad (g)	61,6	65,3
Proteínas (g)	1,1	0,8
Grasas (g)	0,2	0,2
Glúcidos (g)	35,5	32,7
Fibras (g)	1,0	0,6
Cenizas (g)	0,6	0,4
Calcio (mg)	29	20
Fosforo (mg)	53	38
Hierro (mg)	0,7	0,5
Vitamina B1 (mg)	0,06	0,04
Vitamina B2 (mg)	0,03	0,02
Vitamina B3 (mg)	0,60	0,4
Ácido ascórbico (mg)	35,00	-

1.4.3. Producción de yuca en el Ecuador

En Ecuador existe un estimado de 27 mil a 30 mil hectáreas de cultivo de yuca. La yuca es uno de los cultivos más limpios, que no demanda el uso de productos químicos (FAO, 2012). A la vez es un cultivo tradicional, esto se debe a la

tolerancia a sequías, plagas, suelos degradados y temperaturas de 16°C hasta 38°C (INTA, 2017).

La producción de yuca se da en todas las provincias del país incluyendo Galápagos, la mayor parte de la producción anual proviene de Manabí, Loja, Santo Domingo y comunidades Shuar de la Amazonía (INEC, 2016). Actualmente Santo Domingo de los Tsáchilas es la provincia que posee la mayor producción anual con aproximadamente 11.293 toneladas métricas de cultivo, lo cual representa el 16,16% de la producción nacional (INEC, 2020).

1.4.4. Exportación de yuca y sus productos elaborados

Ecuador tiene como mercado de exportación de yuca a más de 10 países, el principal es Estados Unidos, específicamente ciudades como Miami y Nueva York donde se encuentra gran parte de la población proveniente de Latinoamérica. En el periodo del 2004 al 2008, Ecuador dirigió el 43% del total de sus exportaciones a este país. Otros países a los que exporta son Colombia, Puerto Rico, Reino Unido, España, Holanda, entre otros (CORPEI, 2009).

Las raíces de la yuca se consumen tanto frescas como asadas, sancochadas o fritas. Un producto muy popular es la harina de yuca, la cual es usada como base para la elaboración de diferentes productos originarios de América del Sur, El Caribe y África (Cartay, 2004). En los últimos años, Ecuador ha aumentado sus exportaciones de materias primas como el plátano y la yuca, debido a su enfoque en darles un mayor valor agregado. Además de la materia prima, también se exportan productos terminados como snacks y comida congelada (Ponce, 2020).

1.4.5. Fécula o almidón de yuca

La fécula o almidón de yuca es uno de los componentes principales de la yuca, que se encuentra almacenado dentro de la misma en forma de gránulos. Contiene entre 0 a 31% de amilosa y 83-84% de amilopectina, estos son dos carbohidratos que le otorgan propiedades funcionales al almidón (Castro et al., 2005).

El almidón de yuca, tiene diversas aplicaciones en la industria alimentaria, se usa en la industria de alimentos congelados y refrigerados para alargar la vida útil de

los mismos. Se emplea almidón de yuca para la obtención de etanol, bioplásticos y edulcorantes (Pizarro et al., 2016). El almidón de yuca es un insumo potencial en productos alimenticios libres de gluten, para los individuos intolerantes al mismo. Se usa como coadyuvante de emulsificaciones, ligador de agua, espesantes y como agente texturizante para alimentos extruidos (Sánchez, 2019).

1.4.6. Efectos del gluten y enfermedad celiaca

Según el Codex alimentario “el gluten es una fracción de proteína proveniente del trigo, centeno, cebada y avena o sus variedades híbridas” (Codex, 2008). El gluten es una glucoproteína de bajo valor nutritivo que consiste en dos fracciones importantes de proteína, las cuales son gliadinas y gluteninas, ambas contribuyen con propiedades físicas como cohesividad, viscosidad, extensibilidad y elasticidad características de una masa de trigo (Wieser et al., 2014).

Las gliadinas contienen la mayor parte de los componentes tóxicos para los celíacos; son ricas en aminoácidos como glutamina (40%) y prolina (14%), estos aminoácidos son excepcionalmente resistentes a la proteólisis gástrica, pancreática e intestinal. La acumulación de gliadinas en los lisosomas encargados de la digestión intracelular, está asociado a la respuesta inmune inflamatoria característica de la enfermedad celiaca (Luo & Hu, 2017; Wieser et al., 2014).

La enfermedad celiaca es una enteropatía producida por la ingesta de gluten por parte de personas que son genéticamente susceptibles a esta proteína. El único tratamiento efectivo para esta patología es una dieta permanente libre de gluten. En el caso puntual de los niños, el crecimiento y el desarrollo pueden volver a ser normales cuando se adopta una dieta libre de gluten (Binaghi et al., 2019).

La intolerancia al gluten o sensibilidad no celíaca es una enteropatía recientemente descrita, ya que los pacientes que la padecen manifiestan complicaciones digestivas que se relacionan con la ingesta de gluten y otras proteínas presentes en el trigo. Los pacientes con sensibilidad al gluten se les ha descartado tener enfermedad celiaca y alergia al trigo por medio de exámenes de alergias (Ortiz et al., 2017).

1.4.7. Productos libres de gluten

Un mayor conocimiento de la enfermedad celiaca y la intolerancia al gluten, además de las regulaciones que debe seguir el etiquetado de productos libres de gluten, han impactado el mercado mundial, resultando en un rápido incremento en la variedad y disponibilidad de productos libres de gluten. Se estima que en el 2006 la venta de productos libre de gluten fue de aproximadamente \$696 millones de dólares en Estados unidos (Gallagher, 2009).

De acuerdo con la normativa Codex Stan 118-1979, los productos que se hagan llamar “libre de gluten” o “exentos de gluten” no deben contener más de 10 mg de gluten/kg de producto (Codex, 2008). Actualmente en el mercado existen productos libres de gluten como harinas de cereales sin gluten (maíz o arroz), pseudocereales (amaranto o quinoa), almidones (papa, yuca, arroz o maíz), proteínas (leche, huevo, soya) e hidrocoloides (carragenina o goma xanthan) (Wieser et al., 2014).

1.4.8. Semillas de girasol: propiedades y valor nutricional

La planta de girasol tiene 78 especies nativas de América del Norte, la *Helianthus annuus L.* es una especie cultivada por la importancia económica de la extracción de aceite de su semilla. Esta planta es poco exigente en lo que respecta al tipo de suelo y el clima de cultivo, por lo que puede crecer a un pH entre 6 y 7,5 y temperaturas entre 8 y 30°C. Su tallo puede tener una altura entre 40 cm y 2 metros. Las semillas miden aproximadamente 2,5 cm de largo y son extraídas una vez que la flor está marchita y totalmente seca. (MAG, 1991; Toral, 2018).

La semilla de girasol es una fuente útil de macronutrientes como se observa en la tabla 1.2, contiene aproximadamente 20% de proteína, lo cual la hace una buena opción para sustituir a la soya, y ácidos grasos insaturados que constituyen hasta el 90% de la grasa total. Esta semilla es de gran importancia en la dieta vegetariana y vegana como fuente de proteína vegetal y micronutrientes como vitaminas del complejo B, aminoácidos esenciales (ácido glutámico, ácido aspártico, arginina, entre otros) y minerales (selenio, magnesio, hierro, potasio y fosforo) (Adeleke & Babalola, 2020; Gray, 2013).

Tabla 1.2 Contenido nutricional de la semilla de girasol. Por 100g de alimento. [Gray, 2013]

Componente	Valor
Calorías (Kcal)	581
Humedad (g)	4,4
Proteínas (g)	19,8
Grasa total (g)	47,5
Grasa saturada (g)	4,5
Grasa monoinsaturada (g)	9,8
Grasa poliinsaturada (g)	31,0
Carbohidratos (g)	18,6
Fibra (g)	6,0
Potasio (mg)	390
Fosforo (mg)	53
Magnesio (mg)	0,7
Hierro (mg)	6,4
Vitamina A (µg)	15
Vitamina B1 (mg)	1,6
Vitamina B2 (mg)	0,19
Vitamina B3 (mg)	4,1
Vitamina E (mg)	37,77

1.4.9. Producción de semillas de girasol

Las semillas de girasol son muy populares y se producen en gran escala en países como Rusia, Ucrania, Moldavia y Argentina. Existe una gran demanda a nivel mundial de este producto, por lo que el cultivo del girasol ha aumentado un 17% desde el 2016, y en el periodo del 2020 al 2021 se pronostica un récord de producción mundial de 56,7 millones de toneladas de semillas (Olimerca, 2020).

En Ecuador se produce y se importa semillas de girasol, con el objetivo de elaborar snacks y aceites comestibles. En el año 2018 se obtuvo una producción de 274 toneladas de semillas de girasol, lo cual representa un crecimiento del 3% en su tasa de producción anual con respecto al 2017. Las importaciones de semillas de girasol en el 2018 fueron de 1.260 toneladas, las cuales provinieron principalmente de Estados Unidos y Argentina (tridge, 2020).

1.4.10. Queso vegano

El queso vegano puede ser elaborado por diferentes ingredientes como soya, almendra, anacardos o semillas de girasol, otros ingredientes que también se usan son coco, levadura nutricional, almidón de yuca, harina de arroz, tubérculos y aquafaba (agua de garbanzos enlatados) (Hill, 2018).

La elaboración de queso vegano comenzó de forma casera por una pequeña parte de la población que mantenía una dieta libre de lácteos, en los últimos años el crecimiento de la conciencia de la crueldad animal y el impacto negativo al ambiente que se produce por la industria láctea ha alentado a los consumidores a optar por productos a base de plantas (Grand view research, 2020).

La creciente demanda de queso vegano generó una gran oportunidad para que la industria de alimentos desarrolle y produzca diferentes versiones de este alimento, de tal forma que se obtenga características físicas y sensoriales parecidas al del queso de leche de vaca. El tamaño del mercado global de queso vegano fue valorado en 1,01 billones de dólares en 2019 y se espera una tasa de crecimiento anual del 12,8% en el periodo del 2020 al 2027 (Grand view research, 2020).

1.4.11. Tequeños

Es un bocadillo que se prepara a partir de masa quebrada hojaldrada de harina de trigo, maíz, verde o de algún tipo de masa hecha con tubérculos como papa o yuca. Comúnmente suelen ser rellenos con queso, pero se puede encontrar presentaciones con rellenos de chocolate o dulce de guayaba.

Los tequeños son bocadillos fritos, predilectos en Latinoamérica, se le atribuye su origen e invención de la receta a Venezuela, específicamente a la provincia de Teque, razón por la que se origina su nombre como tequeños. En lugares como Ecuador y Colombia se los conoce como deditos de queso (Vergel, 2017).

1.4.12. Diseño de mezclas

El diseño de mezclas es un diseño experimental que ayuda a determinar una mezcla óptima de ingredientes en situaciones en que la industria desea desarrollar formulaciones o mezclas. El diseño de mezcla tiene una restricción que indica que

todos los componentes de la mezcla deben sumar 1 o 100%; eso quiere decir que las variables independientes tienen que ser representadas por proporciones que varían entre 0 y 1 (Berger et al., 2018).

Los diseños básicos del diseño de mezclas son simplex reticular y simplex con centroide, los cuales consideran “q” componentes y “m” niveles, que permiten ajustar la mezcla a un modelo matemático de orden m. Los números de experimentos del diseño de mezclas son puntos definidos que permiten la formación de una superficie de respuesta triangular, lo cual nos da a conocer qué valores de una mezcla nos puede dar un valor máximo o mínimo de la variable respuesta (Ortega et al., 2014).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Formulación base del producto

Antes de formular el producto, se procedió a identificar los ingredientes requeridos para la elaboración de la masa del tequeño de yuca y el producto tipo queso. En el caso del producto tipo queso a base de semillas de girasol, los ingredientes y la formulación final fueron definidos mediante investigación bibliográfica sin tomar en cuenta un diseño experimental. Esto para simplificar el presente estudio.

En el caso de la masa del tequeño de yuca se utilizaron dos fuentes principales para definir los ingredientes requeridos. Se consideró la fórmula que actualmente posee la empresa para elaborar la masa de yuca, así como recetas caseras de fuentes bibliográficas. La fórmula de la empresa contiene ingredientes como yuca cocinada, fécula de yuca, aceite de girasol, huevo, sal y agua. Por otro lado, las recetas caseras de tequeños de yuca tenían los siguientes ingredientes: yuca cocinada, polvo para hornear, fécula de yuca, huevo, sal y azúcar (recetas con yuca, 2020).

Tomando en cuenta las dos listas de ingredientes antes mencionadas se obtuvo una formulación base. Luego, para obtener la formulación final de la masa del tequeño de yuca se realizó un diseño de mezclas escogiendo como factores de mayor importancia la cantidad de fécula de yuca, levadura y goma xantana. Los niveles de los factores y las fuentes en donde se encontró estos valores se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Tabla de factores y niveles para diseño de mezclas.

Factores	Niveles	Fuente
Fécula de yuca	30%, 40%	(Eduardo et al., 2013)
Levadura activa seca	1,0%, 1,5%	(Rozylo et al., 2016) (Onyango et al., 2011)
Goma xantana	1,5%, 2,5%	(Encina et al., 2018)

Fuente: Elaboración propia

2.2. Método experimental

Se usó el diseño simplex con centroide para el diseño experimental, con el cual se analizó 3 variables independientes y 2 niveles.

Al ingresar “q” factores y “m” niveles software TIBCO Statistica 14.0.0, este nos dio m+1 valores igualmente espaciados entre 0 y 1 como niveles de experimentación. Se establecieron tres valores que corresponden a los niveles bajo (0), medio (0,5) y alto (1), los cuales fueron adaptados a los porcentajes ya establecidos de los ingredientes a estudiar cómo se observa en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Tabla de factores y niveles establecidos para el programa Statistica.

Componentes	Nivel bajo (0)	Nivel medio (0,5)	Nivel alto (1)
Fécula de yuca	30%	35%	40%
Levadura activa seca	1,0%	1,25%	1,5%
Goma xantana	1,5%	2,0%	2,5%

Fuente: Elaboración propia

Por medio del programa Statistica se establecieron siete prototipos de fórmulas. Estos prototipos se definieron en función del diseño simplex con centroide, en donde se establece una restricción, de que la suma total de las proporciones de los factores debe ser 1 o 100%. Solo una región triangular cumple con la restricción antes planteada, por lo que el diseño simplex con centroide establece $2^q - 1$ mezclas cuando $m < q$. Estos prototipos fueron elaborados de forma artesanal para una posterior evaluación sensorial (López & Posada, 2020).

2.3. Prueba de aceptación sensorial

Se procedió a realizar una prueba sensorial de aceptación a las siete formulaciones obtenidas por las combinaciones de niveles establecidos en el diseño de mezcla. Los análisis se llevaron a cabo con un panel de 38 jueces no entrenados, donde se evaluaron los atributos de apariencia, sabor, textura y aceptación general. Se estableció una aleatorización de los códigos de las muestras y su orden de presentación para cada panelista (Apéndice A). Para llevar a cabo el panel sensorial del producto, se empleó una escala hedónica de 7 puntos, la cual va desde 1 que corresponde a me disgusta mucho hasta 7 que corresponde a me gusta mucho (Apéndice B). Cada panelista eligió la categoría en la que pueda

expresar el nivel de agrado o desagrado que tuvo con respecto al producto (López & Posada, 2020).

2.4. Análisis estadístico

Luego de obtener los resultados de la prueba de aceptación sensorial, estos fueron ingresados al programa Minitab 19 para realizar la prueba de normalidad Ryan-Joiner, por la cual se establecieron las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (Ho). Los valores observados y los teóricos de la distribución normal son parecidos.

Hipótesis alterna (Ha). Los valores observados y los teóricos de la distribución normal son diferentes.

Nivel de significancia. $\alpha = 0,05$

Con estas hipótesis se comparó el valor p y el nivel de significancia de cada muestra evaluada para cada una de las variables respuesta. Se tuvo como criterio de evaluación que si el valor p era mayor a 0,05 entonces no se rechaza la hipótesis nula.

Se usó el programa Statistica para poder determinar a qué modelo matemático se ajustan las medias de los valores. Estos modelos son de primer orden o lineal, segundo orden o cuadrático y tercer orden o cúbico especial. Se realizó un análisis de varianza para evaluar la significancia de cada modelo matemático, para lo cual se establecieron las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (Ho). Los valores observados no se ajustan al modelo matemático

Hipótesis alterna (Ha). Los valores observados se ajustan al modelo matemático

Nivel de significancia. $\alpha = 0,05$

En base a estas hipótesis se evaluó el ajuste de las medias de todas las variables respuestas para cada modelo matemático y así poder elegir el modelo más significativo. Se consideró que si el valor p es menor a 0,05 entonces se rechaza la hipótesis nula.

Como ninguno de los modelos mostró significancia estadística, se recurrió a analizar el coeficiente de determinación (R^2) de cada modelo y se escogió el modelo con el coeficiente de determinación más cercano a 1. Después de escoger el modelo se procedió a obtener un perfil de predicciones para los valores óptimos de cada variable independiente y el porcentaje de deseabilidad del producto.

2.5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tequeños.

El diagrama de flujo del proceso se realizó tomando en cuenta parámetros de una línea de producción en la empresa Life Food Products. Además, se consideraron ciertas recomendaciones expuestas por Alejos Ruiz y Maldonado Rivero en el año 2013, acerca de la elaboración de tequeños.

Para la elaboración del diagrama de flujo del proceso del producto tipo queso, se realizó una revisión bibliográfica acerca de la producción de quesos no lácteos, elaborados a partir de semillas (Pastor Najarro, 2020).

2.6. Diseño de planta.

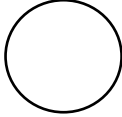

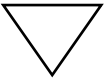
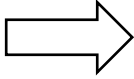


Para el diseño de planta se usó la metodología Systematic Layout Planning (SLP), la cual consiste en enfocar de manera organizada las fases operacionales, para el análisis de la distribución de áreas con respecto a los procesos definidos, considerando procedimientos y normas para la correcta distribución de estos (Collazos, 2013).

2.7. Diagrama de recorrido

Se realizó un diagrama de recorrido sencillo, el cual consiste en la representación gráfica de la distribución de las actividades que se deben llevar a cabo en el proceso de producción con respecto a las instalaciones (Estrada Molina, 2018).

Para la planificación de la distribución de una planta existen símbolos estándar con el fin de identificar actividades y áreas, tal y como se indica en la tabla 2.3

Tabla 2.3 Simbología del diagrama de recorrido. [Del Filete, 2015]

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Es cuando el producto se somete de manera intencional a cambios físicos-químicos o se los prepara para otra operación.	
Inspección	Es la verificación e identificación en cuanto a la cantidad y calidad del producto.	
Almacenamiento	Lugar donde se guarda el producto bajo observaciones.	
Transporte	Esta actividad tiene lugar cuando el producto es trasladado de un lugar a otro excepto cuando el traslado es parte de la operación.	
Espera	Esta actividad ocurre cuando una etapa de la producción de no se puede procesar de manera inmediata.	
Actividad combinada	Indica cuando suceden actividades que se realizan en conjunto o por el mismo operario. Así cuando se tiene una inspección y operación al mismo tiempo se representa como una círculo inscrito en un cuadrado.	

2.8. Relación entre actividades

La distribución de planta es importante para determinar la relación entre actividades, lo cual se puede detallar en una Tabla Relacional de Actividades (T.R.A).

La T.R.A. constó de un cuadro organizado en diagonal, en donde se plasmó las relaciones de las actividades entre sí (Vanaclocha, 2004). Para caracterizar las relaciones entre actividades, se enlistaron las actividades que fueron especificadas en el diagrama de recorrido del proceso, además se definió criterios para estudiar las necesidades de proximidad entre actividades y se dio una escala de relación para evaluar el motivo de proximidad entre actividades. La razón de proximidad se expresó mediante un código de letra y color lo cual indicó la importancia de la proximidad y un número que corresponde al motivo, como se expresa en la tabla 2.4 y 2.5 respectivamente.

Tabla 2.4 Escala de proximidad. [Del Filete, 2015]

Código	Proximidad	Color Asociado
A	Absolutamente necesaria	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinaria	Azul
U	Sin importancia	Negro
X	No deseable	Marrón

Tabla 2.5 Motivo de proximidad. [Del Filete, 2015]

Motivo	
1	Proximidad en el proceso
2	Higiene
3	Control
4	Frío
5	Malos olores, ruidos
6	Seguridad del producto
7	Utilización material común
8	Accesibilidad

Se calculó el número total de relaciones permitidas, por medio de la ecuación 2.1, siendo “N” el número total de actividades. Se asignó un porcentaje de clasificación para cada código el cual deber estar dentro de un rango para estimar el número total de relaciones permitidas por proximidad, como se indica en la tabla 2.6.

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \quad (2.1)$$

Tabla 2.6 Porcentaje permitido por proximidad. [Vanaclocha, 2004]

Código	% Clasificación	Relaciones totales permitidas
A	2-5%	N x %A
E	3-10%	N x %E
I	5-15%	N x %I
O	10-25%	N x %O
U	Sin importancia	Los restantes
X	Rechazable	Los restantes

2.9. Determinación de espacios

Se usó el método del cálculo, debido a la precisión que tiene el método para obtener la superficie o espacio total requerido para una línea de producción.

Se calculó y se obtuvo la superficie total para la línea de proceso, considerando los valores de las dimensiones de largo, ancho y altura de los equipos a usarse. Se calculó la superficie estática (S_s), la superficie de gravitación (S_g) y la superficie de evolución (S_e) de los equipos.

La superficie estática (S_s), se obtuvo al multiplicar el largo por ancho del equipo. La superficie de gravitación (S_g) se obtuvo mediante la ecuación 2.2; donde N , es el número de lados por donde el operador usa el equipo.

$$S_g = S_s \times N \quad (2.2)$$

El cálculo de la superficie de evolución (S_e), se realizó mediante la ecuación 2.3, donde K es un coeficiente de holgura el cual está entre 0,05 y 3. K se puede calcular como la relación entre las dimensiones de los hombres u objetos desplazados y el doble de las cotas medias de muebles o máquinas en las cuales se desenvuelven (Vanaclocha, 2004).

$$S_e = (S_s + S_g) \times K \quad (2.3)$$

2.10. Distribución de planta

Se obtuvo la organización de los factores y elementos participes del proceso para la elaboración del producto, determinando espacios y ubicación de sus distintas etapas. Se implementó la metodología del algoritmo de Corelap 1.0 para definir la distribución más adecuada de la planta de acuerdo con las calificaciones otorgadas durante el desarrollo de la tabla de relación de actividades, en donde se establece la importancia de la proximidad entre actividades dentro de una planta industrial (Márquez, 2006).

2.11 Capacidad de producción

Para determinar la capacidad de producción diaria se obtuvo la capacidad de producción por equipo, además se establecieron los tiempos de producción por

cada operación. Con estos valores se pudo establecer un flujo de producción por hora.

Para poder establecer la cantidad de producto que se produce por día se realizó un diagrama de Gantt, para la optimización del tiempo de producción con 5 operarios en la línea de proceso de tequeños. Luego de obtener la cantidad de fundas de tequeños de 12 unidades que se producen en una jornada diaria de 8 horas, se proyectó una producción mensual de 8 horas diarias, 5 días a la semana por 4 semanas, y se obtuvo la capacidad de producción mensual necesaria para realizar la estimación de costos.

2.11. Costos

Para la estimación de los costos de operación e inversión para la producción de los tequeños de yuca, se tomaron en consideración, los costos de inversión directos como materia prima, equipos, mano de obra; los indirectos tales como servicios varios, consumo energético de los equipos; y se hizo una estimación del consumo aproximado de los demás servicios.

Por último, se calculó el punto de equilibrio para saber cuántas unidades se necesitaban vender para generar ganancias. El punto de equilibrio se encuentra por medio de la fórmula 2.4, la cual toma en cuenta los valores de costos fijos y la diferencia entre el precio de venta unitario y el costo variable unitario de producción. En este punto la empresa no tendrá ni utilidades de pérdidas (Keat, 2004)

$$PE = \frac{\text{Costo Fijo}}{\text{Precio de venta unitario} - \text{Costo variable unitario}} \quad (2.4)$$

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Formulación del producto tipo queso

Para el producto tipo queso de semillas de girasol se realizó una investigación de recetas caseras y como transformarlas en una fórmula para la producción industrial. Basado en esto, se definió una fórmula fija que se puede observar en la tabla 3.1. Según fuente bibliográfica (Szewczyk, 2020), este tipo de receta proporciona un producto con una textura final parecida al queso mozzarella.

Tabla 3.1 Formulación base del producto tipo queso.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Semillas de girasol	52,9
Agua	31,6
Fécula de yuca	7,9
Agar-Agar	3,7
Vinagre	2,6
Sal	1,3

Fuente: Elaboración propia

3.2. Formulación de la masa de tequeño

Para determinar los ingredientes necesarios para elaborar la masa del tequeño se utilizaron fuentes bibliográficas y la fórmula de masa de yuca que posee actualmente la empresa.

En la tabla 3.2 se presenta un compendio de la lista de ingredientes para la masa de tequeños de yuca considerando ciertas modificaciones. Por ejemplo, se reemplazó el polvo para hornear por levadura en polvo, dado que existen restricciones de compra de bicarbonato de sodio en Ecuador. Además, se reemplazó el huevo por goma xantana, dado que el producto debe ser de origen vegetal. La goma xantana es un polímero conocido por su característica de retención de agua, ayuda en la adherencia de masas de panadería y repostería que son libres de gluten (Noorlaila et al., 2018).

Tabla 3.2 Formulación base de la masa de yuca.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Yuca cocinada	40,0

Fécula de yuca	30 – 40
Aceite de girasol	4,0
Levadura activa seca	1,0 – 1,5
Goma xantana	1,5 – 2,5
Azúcar	1,0
Sal	1,0
Agua	C.S.P.

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de fécula de yuca, levadura activa seca y goma xantana son determinantes para las características del producto final. Por ese motivo, se realizó un diseño de mezclas considerando a estas materias primas como variables. Los prototipos obtenidos a partir del diseño de mezclas por medio del programa Statistica se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Tabla de proporciones usadas para cada prototipo experimental.

Prototipo	Fécula de yuca (%)	Levadura activa seca (%)	Goma xantana (%)
A	40	1,0	1,5
B	30	1,5	1,5
C	30	1,0	2,5
D	35	1,3	1,5
E	35	1,0	2,0
F	30	1,3	2,0
G	35	1,3	2,0

Fuente: Elaboración propia

La calidad sensorial de los productos depende de las proporciones de los ingredientes dentro de una mezcla. Por lo que se realizó una prueba sensorial de aceptación para las muestras de cada prototipo y de esta forma identificar las proporciones óptimas de los ingredientes para obtener una formulación que maximice el valor de aceptación del producto.

3.2.1. Prueba de aceptación

Se realizó un panel sensorial con 38 panelistas no entrenados, a los cuales se les dio una muestra de cada formulación establecida en la tabla 3.3, y estos calificaron cada muestra con una escala hedónica de 7 puntos.

Se ingresaron los valores obtenidos del panel (Apéndice C) al programa Minitab 19 y se realizó una prueba de normalidad Ryan-Joiner para cada formulación de cada variable respuesta (Apéndice D). Solo las muestras A y E de la variable

respuesta de textura obtuvieron un valor p menor a 0,05, por lo que se asumió la normalidad de estos 2 casos, ya que la cantidad de datos es mayor a 30.

En la tabla 3.4 se pueden observar las medias y desviaciones estándar de los valores de aceptación general, apariencia, textura y sabor.

Tabla 3.4 Valores de las medias y desviaciones de los resultados obtenidos.

Formulaciones	Aceptación general	Apariencia	Textura	Sabor
A	4,76±1,42	4,05±1,96	5,45±1,22	4,74±1,16
B	4,42±0,90	4,50±0,94	5,53±0,82	4,58±0,86
C	4,82±1,64	4,79±2,12	4,42±2,18	4,95±1,64
D	4,53±1,41	4,13±1,42	4,55±2,09	4,74±0,88
E	4,45±2,18	4,21±2,26	4,00±1,29	4,42±2,19
F	5,95±1,04	6,03±1,08	6,18±0,77	6,03±0,79
G	6,05±1,90	6,08±2,30	6,08±1,95	6,11±2,14

Fuente: Elaboración propia

Se ingresaron las medias de los datos en el programa Statistica para obtener la tabla ANOVA de cada modelo matemático, de tal forma que se pueda conocer a que modelo se ajustan mejor los valores.

3.2.2. Análisis estadístico de datos

Se obtuvo la tabla ANOVA por medio del programa Statistica y se observó que los valores p eran mayores a 0,05 para todos los modelos matemáticos de todas las variables respuesta (Apéndice E), por lo que se procedió a analizar el ajuste de R^2 . Los resultados se muestran en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Valores de R^2 de los modelos lineal, cuadrático y cúbico especial.

Variables respuesta	Modelo lineal	Modelo cuadrático	Modelo cúbico especial
Aceptación general	0,08	0,80	1,00
Apariencia	0,28	0,82	1,00
Textura	0,20	0,81	1,00
Sabor	0,11	0,81	1,00

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 3.5 que los resultados obtenidos para cada variable respuesta en el panel sensorial se ajustan al modelo cúbico especial, puesto que un R^2 igual a 1 indica que el modelo matemático explica completamente la variable respuesta sin error alguno. Teniendo claro que el modelo cúbico especial

representa de forma eficiente a los valores obtenidos en el presente estudio, se busca la predicción de valores óptimos para cada ingrediente del diseño y la deseabilidad de esta mezcla.

Para poder conocer los valores óptimos de los ingredientes de la mezcla se establecieron valores desables mínimo, medio y máximo correspondientes a los puntajes de 3, 5 y 7, los cuales equivalen a “me disgusta ligeramente”, “me gusta ligeramente” y “me gusta mucho” en la escala hedónica. Después de establecer estos valores se procedió a utilizar el programa Statistica para obtener los resultados mostrados en la figura 3.1.

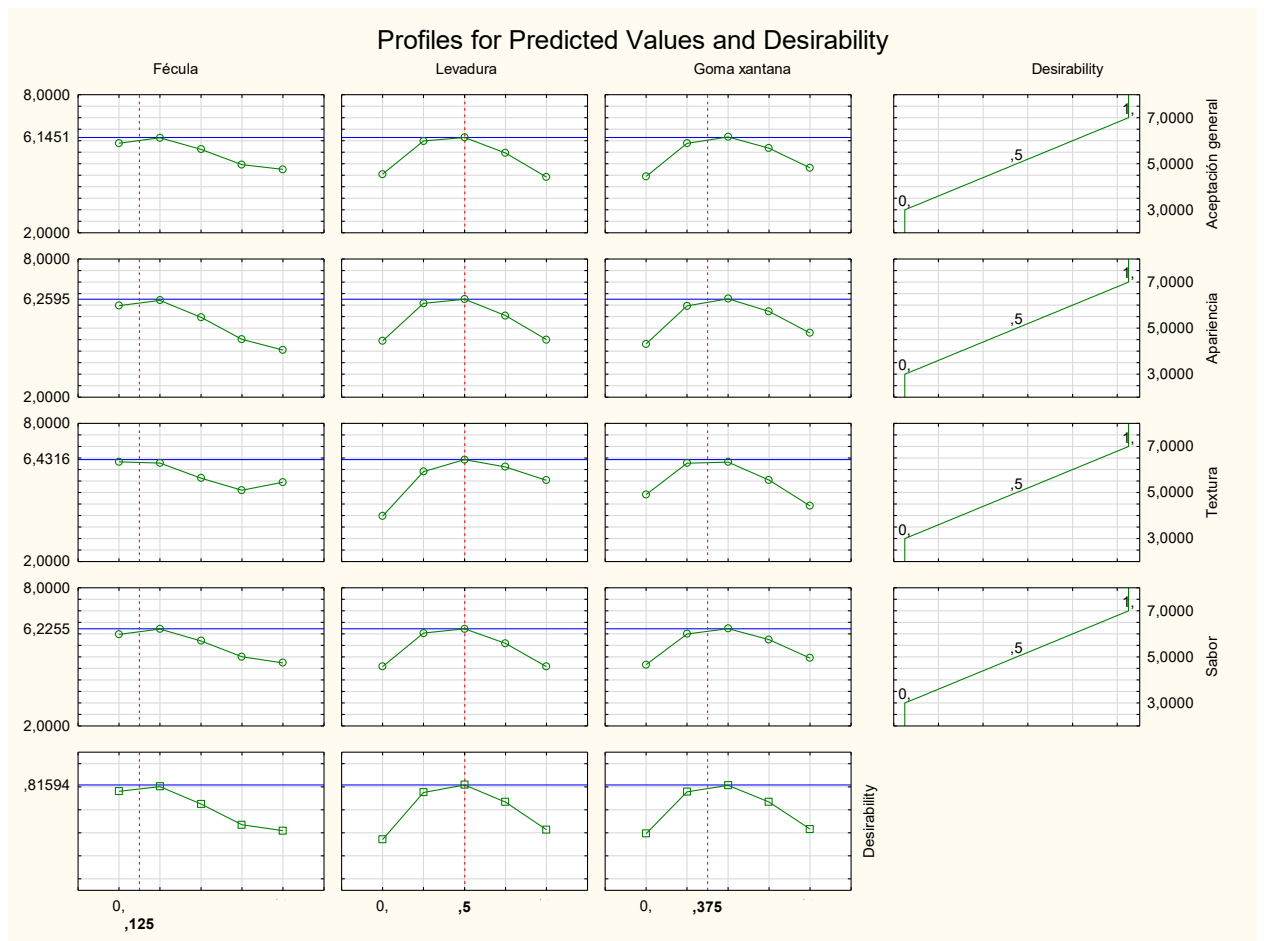


Figura 3.1 Gráfico de predicción de valores óptimos y porcentaje de deseabilidad.

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Fórmula óptima de la masa de tequeños

Como se puede ver en la figura 3.1, con una deseabilidad del 81,59% se obtuvo que los valores óptimos de los ingredientes son de 31,25% para fécula de yuca, 1,3% para levadura activa seca y 1,875% para goma xantana. Con estos valores se logró obtener una formulación final óptima, la cual se presenta en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Formulación óptima para la masa de yuca.

Ingredientes	Porcentaje
Yuca cocinada	40,0%
Fécula de yuca	31,3%
Agua	19,5%
Aceite de girasol	4,0%
Levadura activa seca	1,3%
Goma xantana	1,9%
Sal	1,0%
Azúcar	1,0%

Fuente: Elaboración propia

3.3. Diseño de línea de proceso

En la figura 3.2 se puede observar el diagrama de flujo diseñado para el proceso de elaboración de tequeños de yuca rellenos de un producto tipo queso de semillas de girasol. En el diagrama se muestran las etapas del proceso, ingredientes a usar y parámetros del proceso; toda la información para el diagrama de flujo fue brindada por la empresa, en la cual se complementó las etapas para la nueva línea del subproducto.

La etapa de inicio de proceso de obtención de tequeños inicia en la inspección de color de la yuca luego de la precocción, para luego como subproducto sea pesado y pase por un proceso de molienda y mezclado donde se añaden todos los ingredientes necesarios para obtener una masa maleable para el formado de tequeños. En la etapa de formado se añadirá el relleno del producto tipo queso vegano de semillas de girasol, para luego ser congelado a -18°C , pre-freído a 160°C por 1 min, enfriado y envasado en bolsas de polietileno de alta densidad. Al final se almacena el producto a una temperatura menor de -18°C .

Para la elaboración del queso de semillas de girasol se parte desde la recepción de la materia prima, seguido de la desinfección con cloro a una concentración de 50 ppm por 15 s, posterior se realiza el pesado y remojo de las semillas por 8 h y luego se escurre el agua, para proceder a licuar junto con los demás componentes de acuerdo a la formula, se lleva a cocción por a 90°C durante 10 min, seguido del enfriamiento a 30°C y cortado y almacenamiento a una temperatura de 4°C.

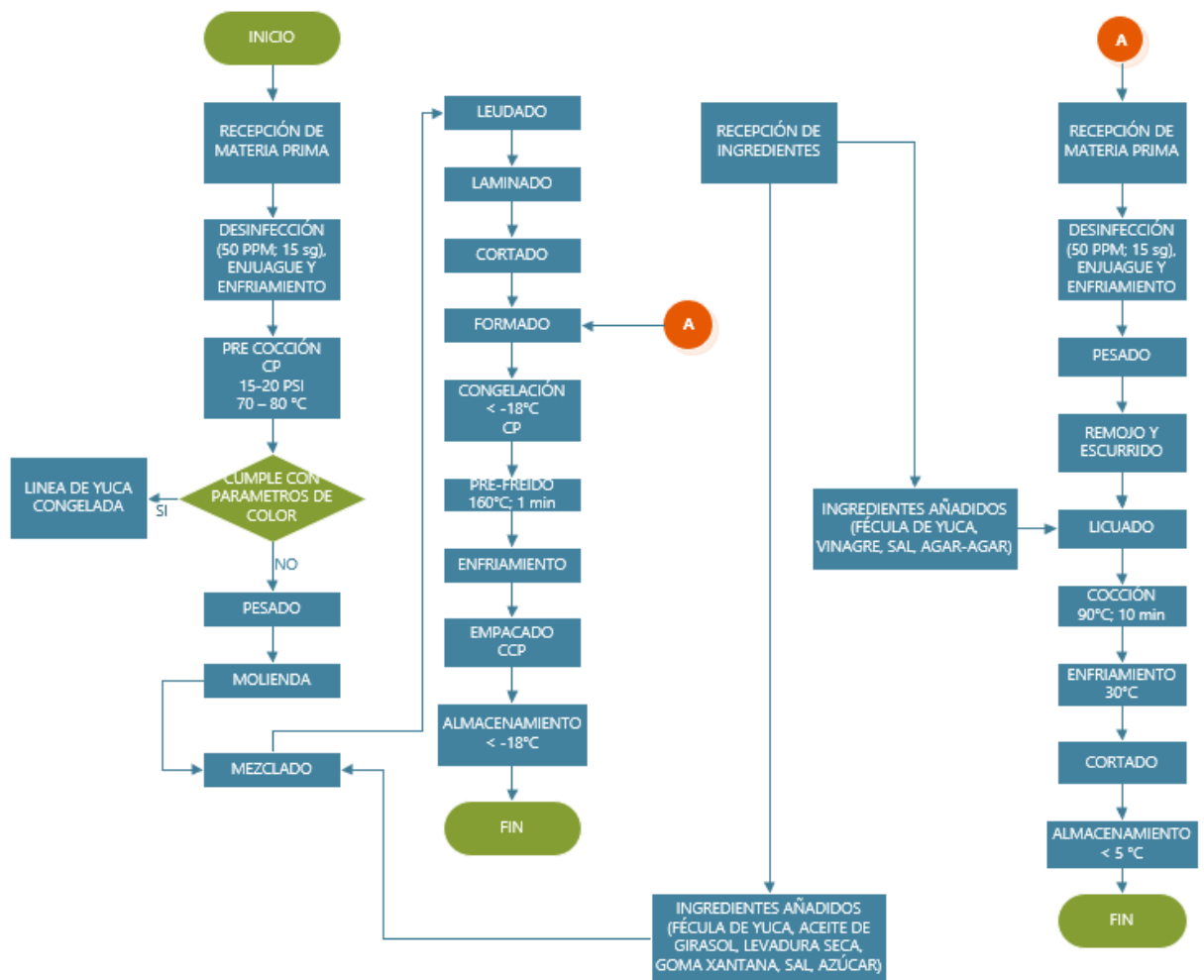


Figura 3.2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tequeños.

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Dimensiones de Equipos

En la tabla 3.7 se observa las dimensiones de los equipos necesarios para cada actividad de la línea de proceso, además se detalla la superficie necesaria por

cada actividad, la cual se obtuvo calculando las superficies estáticas, de gravitación y de evolución de cada equipo.

Las otras actividades como recepción de materia prima, congelación, freído, enfriamiento por cinta de enfriamiento, empackado y almacenamiento no se tomaron en cuenta para una distribución de la línea de producción, debido a que los equipos se encuentran fijos en otras áreas anexas a la de producción. Además, que son etapas que complementan al diagrama de flujo de los tequeños, las mismas que se encuentran cerca en espacios separado, manteniendo un flujo en u.

Tabla 3.7 Dimensiones de los equipos por actividad.

Actividad	Equipo	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Superficie necesaria (m ²)
Tratamiento térmico	Marmita	1,4	1,5	1,25	4,83
Selección y pesado	Balanza	0,65	2,2	1,44	3,29
Molienda	Molino	1,4	1,1	1,4	3,54
Mezclado	Mezcladora	1,7	1,3	1,6	5,08
Laminado	Laminadora	0,96	2,52	1,29	8,35
Cortado y Formado	Mesas de trabajo	1	2	1,5	4,60
Remojo	Tanque de remojo	4,8	1,8	2,85	19,87
Licuadao	Licuadaora industrial	0,56	0,41	1,31	0,53
Enfriamiento	Cámara de refrigeración	1,25	0,75	2	2,16
Superficie total necesaria					52,25

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Diagrama de equipos

Luego de establecer las superficies necesarias para la línea de producción, se procede a diseñar la secuencia del diagrama de equipos necesarios para la implementación de la línea de proceso de tequeños de yuca como se presenta en la figura 3.3. Con estos equipos y sus capacidades podemos establecer la capacidad de producción por hora de la línea de producción. El flujo que se presenta es la base para obtener la información sobre el análisis de relación de actividades y conocer los tiempos necesario para cada actividad.



Figura 3.3 Diagrama de equipos para la elaboración de tequeños.

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Diagrama de análisis del proceso

En la figura 3.4 se detalla el diagrama de operación del proceso para la elaboración de tequeños, donde se emplean símbolos mencionados previamente. En cada etapa del proceso se resalta el símbolo de acuerdo a la operación correspondiente y además se indica el equipo a usar. La disposición de este diagrama ayuda a tener claro cuáles son las secuencias de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y almacenamientos que envuelven el producto.

Pasos	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	EQUIPOS	OBSERVACIONES
1	Recepción de materia prima	●	→	■	D	▽	Gabetas	Se hace la inspección de materia prima en la recepción de un lote, ya que la yuca viene lavada, cortada y nelada.
2	Almacen materia prima	○	→	□	D	▽		
3	Transporte	○	→	□	D	▽		Traslado de materia prima a línea de proceso
4	Tratamiento térmico	●	→	□	D	▽	Marmita	Marmita de 120 kg de capacidad
5	Transporte	○	→	□	D	▽		
6	Selección	●	→	■	D	▽	Gabetas	Se separa por gabela la yuca que esta pardeada
7	Transporte	○	→	□	D	▽		
8	Pesado	●	→	■	D	▽	Balanza	Capacidad de hasta 300 kg
9	Transporte	○	→	□	D	▽		
10	Molienda	●	→	□	D	▽	Molino	Capacidad de hasta 91 kg
11	Transporte	○	→	□	D	▽		
12	Mezclado	●	→	□	D	▽	Mezcladora	Capacidad de 100 kg
13	Transporte	○	→	□	D	▽		
14	Laminado	●	→	□	D	▽	Laminadora	Laminado de la masa
15	Transporte	○	→	□	D	▽		
16	Cortado/Formado del producto	●	→	□	D	▽	Mesa de trabajo	Relleno del producto con el tipo queso.
17	Transporte	○	→	□	D	▽		Traslado del producto a la cámara de frío.
18	Congelación	●	→	□	D	▽	Cámara de congelación	
19	Transporte	○	→	□	D	▽		
20	Freido	●	→	□	D	▽	Freidora	Freidora de cinta en proceso continuo.
21	Transporte	○	→	□	D	▽		
22	Enfriamiento	○	→	□	D	▽	Tunel de enfriamiento	Tunel de enfriamiento con cinta transportadora
23	Transporte	○	→	□	D	▽		
24	Empacado	●	→	■	D	▽	Empacadora	Empacadora con detector de metales
25	Transporte	○	→	□	D	▽		Traslado del producto a la cámara de frío.
26	Almacenamiento	○	→	□	D	▽	Cámara de congelación	Se almacena el producto final en cámara de congelación.
TOTALES		11	12	4	2	2		

Figura 3.4 Diagrama de análisis del proceso para la elaboración de tequeños.

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Distribución de la línea de proceso

Se elaboró una tabla de relación de actividades tomando en cuenta solo las etapas del proceso que se pueden rediseñar en la planta como se muestra en la figura 3.5. Algunas actividades se realizan en áreas apartadas como los son la recepción de materia prima, el almacenamiento, la congelación, el freído, el envasado y el almacenamiento de producto terminado.

A partir de la tabla de relación de actividades y de la información de la superficie necesaria y disponible para los procesos (55 m² aproximadamente), se procedió a ingresar los datos en la herramienta informática Corelap 1.0.

			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	tratamiento térmico	4,83	■	A	E	E	E	E	X	O	X
2	Selección y pesad	3,29		■	A	X	X	X	X	X	X
3	Molienda	3,54			■	A	E	I	X	X	X
4	Mezclado	5,08				■	A	E	X	X	X
5	Laminado	8,35					■	A	X	X	X
6	Cortado y Formado	4,6						■	U	U	I
7	Remojo	19,87							■	A	U
8	Licudo	0,53								■	X
9	Enfriamiento	2,16									■

Figura 3.5 Tabla de relación de actividades para la producción de tequeños

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la figura 3.6 se presenta la secuencia de las actividades de producción que corresponden a la elaboración de los tequeños de yuca, se añadió las etapas siguientes de producción después del cortado y formado para poder observar el diseño final de la línea de proceso.

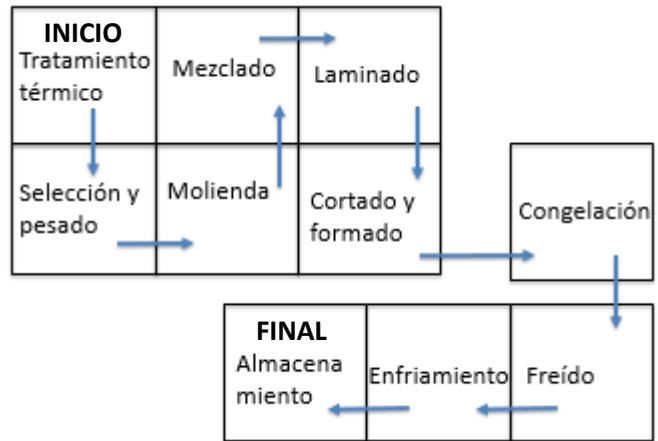


Figura 3.6 Distribución de la línea de producción de tequeños de yuca obtenido en Corelap.

Fuente: Elaboración propia

Se realizó una distribución de la línea de relleno tipo queso a base de semillas de girasol, para adaptarla a la línea de tequeños de yuca, en la figura 3.7 se puede observar que después del tratamiento térmico el relleno será refrigerado y luego pasará a unirse a la línea de tequeños de yuca en la etapa de cortado y formado

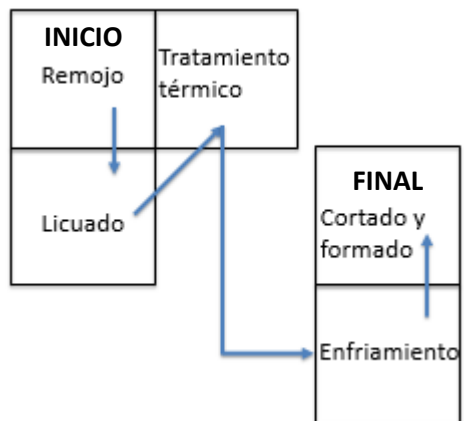


Figura 3.7 Distribución de la línea de producción de relleno vegano obtenido en Corelap

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que es un diseño tentativo de la distribución de planta, recorrido y secuencia del proceso de producción de los tequeños de yuca.

3.4. Análisis financiero

3.4.1. Capacidad de producción

Para estimar la capacidad mínima de producción mensual se usó la información detallada en el marco teórico sobre los porcentajes de la población hispana, celiaca y vegana en Estados Unidos, las cuales son de 25%, 1% y 3% respectivamente. Con esta información se tiene como objetivo una producción mensual de 24615 de unidades de fundas con un contenido de 12 tequeños de 40 gr cada uno.

Considerando la capacidad de producción de la línea de proceso en cada operación como se muestra en la tabla 3.8 se obtuvo que la cantidad de yuca usada en una jornada laboral de 8 horas con 5 operarios será de 625 Kg, lo cual es menor a los 840 kg por día que se obtienen como subproducto.

Tabla 3.8 Capacidades de los equipos y tiempos de producción por operación.

Operaciones	Tiempos (min)	Capacidad (ton/h)	Operarios
Tratamiento térmico	20	0,36	1
Selección y pesado	10	1,8	2
Molienda	15	1,8	3
Mezclado	10	0,6	4
Laminado	10	0,03	4
Cortado y Formado	15	0,03	5

Fuente: Elaboración propia

Para establecer la capacidad de producción mensual se establece una jornada laboral de 8 horas por 5 días a la semana. Se realizó un diagrama de Gantt para los tiempos de producción de operación y se obtuvieron los resultados que se observan en la tabla 3.9. La producción mensual de tequeños de yuca será de 26040 fundas de 12 unidades, lo cual cumple con el objetivo mensual de 24616 unidades establecidas anteriormente.

Tabla 3.9 Capacidad de producción diaria y mensual para la línea de tequeños de yuca.

Producción	Fundas	Tequeños
Diaria	1302	15624
Mensual	26040	312480

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Precio de Venta al público

Se realizó el cálculo de costos variables y fijos para el proceso operativo de la línea de tequeños, lo cual se puede observar en el Apéndice F. Para obtener el precio de venta al público del producto se estableció un porcentaje de utilidad del 75% y se obtuvo un costo unitario de operación de \$1,65 como se observa en la tabla 3.10. Para así obtener un precio de venta al público de \$2,89

Tabla 3.10 Cálculo de precio de venta.

Costo total de inversión	\$12.277,00
Costo variable total	\$35.553,53
Costo fijo total	\$5.426,26
Total de costos operativos	\$42.979,67
Costos unitarios de operación	\$1,65
Porcentaje de utilidad	75%
P.V.P.	\$2,89

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Punto de equilibrio

Ya obtenido el precio de venta unitario, se procedió a calcular el costo variable unitario dividiendo el costo variable total para la producción mensual de 26040. Con la fórmula 2.4 se obtuvo el punto de equilibrio como se puede observar en la tabla 3.11 en donde se indica que a partir de la venta de 3.752 unidades del producto se va a empezar a obtener ganancias.

Tabla 3.11 Punto de equilibrio

Precio de venta unitario	\$2,89
Costo variable unitario	\$1,44
Punto de equilibrio	3.752

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Por medio de la elaboración de un diseño de mezclas, se desarrollaron 7 prototipos para la formulación de los tequeños de masa de yuca rellenos de un producto tipo queso y una prueba de aceptación sensorial para establecer formula. Con una deseabilidad del 81.59% de los atributos apariencia, textura y sabor se logró obtener la siguiente formulación: yuca cocinada 40%, fécula de yuca 31,3%, levadura activa seca 1,3% y goma xantana 1,9% en conjunto con los porcentajes de los demás componentes: yuca cocinada 40,0%, agua 19,5%, aceite de girasol 4,0%, sal 1,0% y azúcar 1,0%.

El producto se debe realizar bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2561:2010, la cual indica los requisitos bromatológicos y microbiológicos que deben cumplir los bocaditos obtenidos a partir de vegetales.

Para el diseño de distribución de la línea de producción, se analizó la relación necesaria de cercanía de las actividades del proceso, además se buscó optimizar el uso del espacio disponible. Se excluyó del diseño a las etapas que se realizan en áreas fijas y apartadas del espacio disponible, dado a que no pueden ser rediseñadas. Se usó un programa de distribución de espacios para obtener el diseño final del flujo de las actividades del proceso, en donde se tuvo en cuenta las dimensiones de las etapas de producción y la superficie total disponible en la empresa es de aproximadamente 55 m², dando como resultado un valor de superficie total necesaria de 52,25 m².

Se estableció una producción mensual de tequeños de yuca de 26040 fundas de 12 unidades, con lo cual el costo unitario de operación del producto es de \$1,65. Este costo se considera bajo debido a que se parte de un escenario en el que ya se tiene equipos e instalaciones de otras líneas de producción, las cuales se pueden aprovechar, además de contar con un subproducto como materia prima. El precio de venta al público considerando una utilidad del 75% es de \$2,89. El punto

de equilibrio del producto es de 3.752 unidades representando un valor de \$10.843,28.

4.2. Recomendaciones

Se debe llevar a cabo un estudio de vida útil, para poder establecer el tiempo de consumo óptimo del producto desarrollado.

Formar un equipo HACCP para evitar los riesgos y peligros tanto microbiológicos, físicos y químicos que se podrían presentar en las etapas de la producción del producto.

Teniendo como base la formulación de la masa de yuca se recomienda estudiar la viabilidad de usar otros tipos de relleno vegano, tanto de sal como de dulce, para tener un portafolio más amplio de productos y darle un mayor valor agregado al subproducto. Se recomienda estudiar la viabilidad de usar otros rellenos veganos.

Dado a que los panelistas nos mostraron una deseabilidad del 81,59% para la formulación final de los tequeños, sugerimos implementar el presente proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Adeleke, B., Babalola, O. (2020). Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food science & nutrition*, volume 8. doi: 10.1002/fsn3.1783.
- Ayetigbo, O., Latif, S., Abass, A., Muller, J. (2018). Comparing Characteristics of Root, Flour and Starch of Biofortified Yellow-Flesh and White-Flesh Cassava Variants, and Sustainability Considerations: A Review. *Sustainability* 2018, 10, 3089.
- Ayros Alverdi, J. M., Gonzales Merino, A. J., Loayza Mesías, L. L., Martínez Durand, L. A., & Taboada Castillo, M. A. (2017). Deli Teques-Tequeños para freír.
- Berger, P., Maurer, R., Celli, G. (2018). Introduction to mixture designs. *Experimental design*. Editorial Springer. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-64583-4_17
- Binaghi, M. J., Dyner, L. M., Lopez, L. B., Binaghi, M. J., Dyner, L. M., & Lopez, L. B. (2019). Bioaccesibilidad de minerales en alimentos elaborados con premezclas comerciales libres de gluten. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 23(2), 65. <https://doi.org/10.14306/renhyd.23.2.606>
- Cartay, R. (1998). *Elogio y nostalgia de la cocina venezolana*. *Caravelle* (1988-), 53-65.
- Cartay, R. (2004). Difusión y comercio de la yuca (*Manihot esculenta*) en Venezuela y en el mundo. *Revista agroalimentaria*, 10(18), 14-23.
- Castro, J. R., Mesa Puchigay, M. E., & Jiménez Chaparro, M. (2005). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de almidón de yuca (*Manihot Esculenta* Crantz).
- Codex alimentario. (2008). Norma relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten. CODEX STAN 118-1979.
- Collazos Valencia, C. J. (2013). *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta: Caso de estudio planta procesadora de alimentos*. Departamento de Ingeniería Industrial.
- CORPEI (Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones). (2009). Perfil de yuca. Pag. 4-8.

- Del Filete, M. E. E. P. (2015). *Facultad De Ingenieria Agraria, Industria Alimentaria Y Ambiental* (Doctoral Dissertation, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión).
- Eduardo, M., Svanberg, U., Oliveira, J., Ahrné, L. (2013). Effect of Cassava Flour Characteristics on Properties of Cassava-Wheat-Maize Composite Bread Types. *International journal of food and science*, 2013, p 10.
- Encina, C., Teixeira, J., Monteiro, F., Gonzales, U., Cadavez, V. (2018). *Effect of xanthan gum on physicochemical and textural properties of gluten-free batter and bread*. EUROSIS-ETI Publication, p 204-209.
- Estrada Molina, M. A. (2018). *Control de calidad en el proceso de cereales expandidos en una industria alimenticia* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2000). Producción, superficie y rendimiento mundial de la yuca.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2012). Ecuador fortalece la investigación del cultivo de yuca. Recuperado el 2 de noviembre del 2020 en <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/510986/#:~:text=A%20nivel%20nacional%20se%20estima,el%20uso%20de%20productos%20qu%C3%ADmicos>.
- FAO (Food and agriculture organization). (2020). Export market opportunities. Recuperado el 2 de noviembre del 2020 de <http://www.fao.org/3/y5287e/y5287e0a.htm>
- Gallagher, E. (2009). *Gluten-free food science and technology*. Wiley-Blackwell Publishing. Oxford, United Kingdom, p. 9-10
- Gallego, S., García, J. (2020). Producción y usos de harina refinada de yuca. Corporación CLAYUCA. Palmira, Colombia, p. 9-10.
- Grand View Research. (2019). *Vegan food market size, share & trends analysis report*. Recuperado el 3 de noviembre del 2020 de <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/vegan-food-market>.

- Grand view research. (2020). Vegan Cheese Market Size, Share & Trends Analysis Report, 2020 - 2027. Recuperado el 3 de noviembre del 2020 en <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/vegan-cheese-market>
- Gray, J. (2013). Nuts and Seeds. Editorial Elsevier. Guildford, United Kingdom. Pp 381-388. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00208-7>.
- Green, P., Cellier, C. (2007). Celiac disease. N Engl J Med. 357:1731–1743.
- Hill, A. (2018). A Guide to Vegan Cheese: What's the Best Dairy-Free Option?. Recuperado el 3 de noviembre del 2020 en <https://www.healthline.com/nutrition/vegan-cheese>
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2016). Estadísticas agropecuarias de superficie y producción continua en Ecuador en 2013.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2020). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC) en 2019.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2018). Recuperado el 25 de octubre, 2020, desde <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/la-yuca-uno-de-los-rubros-mas-importante-para-la-soberania-alimentaria/>
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). (2017). Manual del cultivo de yuca (Manigot esculenta Crantz). San José, Costa Rica, INTA. 91 p.
- Keat, P., Young, P. (2004). Economía de empresa. Cuarta edición. Editorial Pearson. México, p. 435-441.
- López-Mejía, N., & Posada, N. B. M. (2020). Optimización de la formulación de tallarines libres de gluten enriquecidos con pulpa de zapallo deshidratada empleando el método de diseño de mezclas. Brazilian Journal of Food Technology, 23.
- Luo, Y., Hu, Q. (2017). Food-derived biopolymers for nutrient delivery. Nutrient delivery, 251-291.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (1991). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa. San José, Costa Rica.

- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). (2020). Cifras agroproductivas. Recuperado el 25 de octubre del 2020 de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.
- Márquez, B. F. (2006). *Desarrollo de una herramienta informática basada en el algoritmo Corelap para la optimización de distribuciones en planta*.
- Najarro Pastor, M., Meza Elguera, G. A., Arris Contreras, J. A., Poquis Cueva, J. A., & Chancas Yaulilahua, S. (2020). Queso vegetal de garbanzo.
- Noorlaila, A., Hasanah, H., Asmeda, R., Yusoff, A. (2018). *The effects of xanthan gum and hydroxypropylmethylcellulose on physical properties of sponge cakes*. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jissas.2018.08.001>
- Olimerca (2020). Los precios estables impulsan el consumo y la producción mundial de girasol. Recuperado el 3 de noviembre del 2020 desde <https://www.olimerca.com/noticiadet/los-precios-estables-impulsan-el-consumo-y-la-produccion-mundial-de-girasol/a9ae1e1e1358e8c7dbea2235a06b32db#:~:text=%2D%20La%20producci%C3%B3n%20mundial%20de%20semillas,los%2027.1%20millones%20de%20hect%C3%A1reas>.
- Onyango, C., Mutungi, C., Unbehend, G., Lindhauer, M. (2011). Modification of gluten-free sorghum batter and bread using maize, potato, cassava or rice starch. Food science and technology, 44(3), 681 – 686. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.09.006>
- Ortega, D., Bustamante, M., Gutiérrez, D., Correa, A. (2014). Mixture experiments in industrial formulations. Universidad Nacional de Colombia. Dyna 82 (189), pp. 149-156.
- Ortiz, C., Valenzuela, R., Lucero, Y. (2017). Enfermedad celíaca, sensibilidad no celíaca al gluten y alergia al trigo: comparación de patologías diferentes gatilladas por un mismo alimento. Revista chilena de pediatría, 88(3), 417-423. <https://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062017000300017>
- Ospina, B., Ceballos, H. (2002). La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, Colombia, 1-7.

- Ponce, T. (2020). La exportación de plátanos y yucas es el origen y la mayor estrategia de esta compañía. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/exportacion-platanos-yucas-origen-mayor.html>
- Parada, A., & Araya, M. (2010). El gluten: Su historia y efectos en la enfermedad celíaca. *Revista médica de Chile*, 138(10), 1319-1325.
- Pizarro, M., Sanchez, T., Ceballos, H., Morante, N., & Dufour, D. (2016). Diversificación de los Almidones de Yuca y sus Posibles Usos en la Industria Alimentaria. *Revista Politécnica*, 37(2), 1-1.
- Recetas con yuca. (2020). Tequeños de yuca sin gluten. Recuperado el 12 de diciembre en <http://recetasconyuca.com.ve/tequenos-de-yuca-sin-gluten>
- Rodríguez, Y., & Martín, D. (2018). *Propuesta de diseño de la línea de producción de un nuevo snack en una empresa de alimentos* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2018).
- Rozylo, R., Hameed, W., Gawlik, U., Siastala, M., Cziki, D. (2016). Study on the physical and antioxidant properties of gluten-free bread with brown algae. *Journal of food*, 15(2), 196 – 203, DOI: [10.1080/19476337.2016.1236839](https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1236839)
- Sanchez Champi, A. (2019). Determinación del tiempo óptimo de fermentación para la obtención de almidón agrio a partir de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) variedad señorita en la región Ucayali.
- Szewczyk, K. (2020). *Vegan mozzarella from sunflower seeds*. Recuperado el 22 de noviembre del 2020 en <https://theveganfuel.com/vegan-mozzarella/>
- Toral Peralta, J. P. (2018). Proyecto de producción y comercialización de semillas de girasol (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- Tridge. (2020). Overview of sunflower seed market in Ecuador. Recuperado el 7 de noviembre del 2020 en <https://www.tridge.com/intelligences/sunflower-seed/EC>
- Vanaclocha, A.C. (2004). *Diseño de industrias Agroalimentarias*. Mundi-Prensa libros.

Vergel Cuadros, M. A. (2017). Investigación de mercado para determinar la viabilidad de una nueva línea de productos alimenticios en la micro empresa pasa bocas paisa en Santa Marta Magdalena (Doctoral dissertation).

Vicuña Galindo, E. C., Ara-Rojas, S. L., Villavicencio Sánchez, N., Vicuña Galindo, E. C., Ara-Rojas, S. L., & Villavicencio Sánchez, N. (2020). Desarrollo de un modelo predictivo para la obtención de Maltodextrinas del Almidón de Yuca. *Tecnología Química*, 40(1), 1-16. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852020000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Wieser, H., Koehler, P., Konitzer, K. (2014). Celiac disease and gluten: multidisciplinary challenges and opportunities. Elsevier Science. Oxford, United Kingdom. 97-139. Alejos Ruiz, A. R., & Maldonado Rivero, J. C. (2013). Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una empresa de fabricación y comercialización de tequeños en Lima Metropolitan

APÉNDICES

APÉNDICE A. HOJA MAESTRA

Fecha: 09/07/2020		
HOJA DE TRABAJO		
NOTA: Poner esta hoja en el área de preparación de muestra. Etiquetar cada recipiente donde se esté sirviendo la muestra, de acuerdo a la codificación señalada en esta hoja.		
Tipo de muestras: Tequeños Tipo de prueba: Prueba De aceptación Escala Hedónica		
Identificación y codificación aleatoria de las muestras:		
<u>Muestra</u>	<u>Identificación de Muestra</u>	<u>Códigos de Muestra</u>
Experimento 1	(A)	237
Experimento 2	(B)	345
Experimento 3	(C)	408
Experimento 4	(D)	510
Experimento 5	(E)	678
Experimento 6	(F)	789
Experimento 7	(G)	864
Orden de presentación de las muestras:		
<u>Panelista</u>	<u>Orden de Presentación</u>	<u>Codificación en la bandeja</u>
1,7,13,19,25,31,37	AGECBFD	237-864-678-408-345-789-510
2,8,14,20,26,32,38	DGEACFB	510-864-678-237-408-789-345
3,9,15,21,27,33	BAEFGDC	345-237-678-789-864-510-408
4,10,16,22,28,34	BGAFDEC	345-864-237-789-510-678-408
5,11,17,23,29,35	GEFADBC	864-678-789-237-510-345-408
6,12,18,24,30,36	BCGEADF	345-408-864-678-237-510-789
<ol style="list-style-type: none">Colocar desprendibles con el número de panelista en las bandejas.Rotular las muestras y colocarlas en las bandejas correspondientes de izquierda a derecha.		

3. Servir las muestras.
4. Retirar muestras y formularios completados.
5. Tabular los resultados.

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE B. Formato de hoja de prueba de aceptación

PRUEBA DE ACEPTACIÓN							
Fecha: --/12/2020							Panelista N°
_____	Nombre: _____						Sexo: M
_____ F _____	Edad: _____						
Tipo de muestras: Tequeños							
<p>Por favor, enjuague su boca con agua antes de empezar la prueba. Puede enjuagar su boca las veces que requiera durante la evaluación, evitando escupir el agua.</p> <p>Frente a usted se encuentran muestras de Tequeños, pruebe las muestras dadas en el orden de presentación, de izquierda a derecha. Por favor marque con una X, el cuadrado que este junto a la frase que mejor describa su opinión sobre cada atributo del producto que acaba de probar.</p>							
ESCOJA LA FRASE QUE MEJOR DESCRIBA LA REACCIÓN GENERAL DE CADA MUESTRA							
CALIFIQUE SU OPINIÓN ACERCA DEL ATRIBUTO DE APARIENCIA							
Muestra/ Grado de Aceptabilidad	237	864	678	408	345	789	510
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
Me gusta ligeramente							
Ni me gusta ni me disgusta							
Me disgusta ligeramente							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							
CALIFIQUE SU OPINIÓN ACERCA DEL ATRIBUTO DE TEXTURA							

Muestra/ Grado de Aceptabilidad	237	864	678	408	345	789	510
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
Me gusta ligeramente							
Ni me gusta ni me disgusta							
Me disgusta ligeramente							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							

CALIFIQUE SU OPINIÓN ACERCA DEL ATRIBUTO DE SABOR

Muestra/ Grado de Aceptabilidad	237	864	678	408	345	789	510
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
Me gusta ligeramente							
Ni me gusta ni me disgusta							
Me disgusta ligeramente							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							

Muestra/ Grado de Aceptabilidad	237	864	678	408	345	789	510
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
Me gusta ligeramente							
Ni me gusta ni me disgusta							
Me disgusta ligeramente							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							
Observaciones:							
<i>¡Muchas Gracias por su Colaboración!</i>							

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE C. Resultados obtenidos por panelista

Apéndice C.1. Reacción general de cada muestra.

Panelista	Muestra 237	Muestra 864	Muestra 678	Muestra 408	Muestra 345	Muestra 789	Muestra 510
1	7	7	6	6	7	7	6
2	7	7	7	6	7	7	7
3	7	6	7	7	7	6	7
4	7	7	6	4	7	7	7
5	3	4	5	6	5	5	6
6	6	7	4	5	5	6	5
7	5	6	5	6	6	5	7
8	1	7	5	7	7	3	7
9	5	6	6	5	6	7	7
10	7	6	7	6	7	6	6
11	6	5	4	4	4	4	6
12	4	7	4	6	7	7	7
13	5	5	5	6	7	6	6
14	5	6	5	4	5	5	5
15	6	5	7	5	6	6	7
16	5	7	5	7	6	7	5

17	5	6	5	5	7	6	6
18	5	5	6	6	7	6	5
19	5	6	4	6	6	5	4
20	4	6	4	4	4	6	3
21	5	6	5	5	5	6	5
22	2	5	2	2	2	4	2
23	5	7	2	6	1	4	2
24	5	7	6	6	6	7	5
25	5	7	5	2	2	7	5
26	4	6	3	5	3	6	3
27	5	7	2	4	2	6	2
28	4	6	1	5	1	7	1
29	5	7	5	5	2	5	3
30	3	6	2	4	3	6	2
31	5	5	3	5	3	7	3
32	3	6	5	3	2	7	4
33	6	7	2	2	2	5	3
34	2	4	4	2	1	6	2
35	4	7	6	3	3	6	3
36	4	5	3	5	2	7	3
37	4	6	2	4	2	6	2
38	5	5	4	4	3	7	3
Promedio	4,76	6,05	4,45	4,82	4,42	5,95	4,53
Desviación std.	1,42	0,90	1,64	1,41	2,18	1,04	1,90

Fuente: Elaboración propia

Apéndice C. 2. Atributo de apariencia.

Panelista	Muestra 237	Muestra 864	Muestra 678	Muestra 408	Muestra 345	Muestra 789	Muestra 510
1	7	7	7	6	7	7	6
2	7	6	4	7	7	7	6
3	7	7	7	7	7	7	6
4	7	7	7	7	6	5	7
5	5	6	5	5	7	5	7
6	5	4	6	4	5	4	5
7	4	5	7	6	5	6	7
8	3	7	5	7	7	6	7
9	6	4	6	5	7	7	7
10	7	6	7	6	7	5	7
11	5	7	5	5	6	6	6
12	6	7	5	6	7	7	7
13	2	6	7	5	6	7	6
14	7	6	5	4	5	7	5

15	6	5	7	5	6	6	7
16	4	7	6	6	6	6	6
17	5	5	5	6	7	7	5
18	5	6	7	7	7	7	7
19	1	6	2	5	7	6	2
20	5	7	5	5	5	5	5
21	4	5	2	2	2	3	2
22	5	5	2	2	5	4	2
23	1	6	2	5	2	7	1
24	3	7	3	3	6	7	3
25	5	6	7	5	4	7	4
26	3	7	2	3	2	6	2
27	1	6	2	5	1	7	1
28	2	7	1	5	1	6	1
29	4	5	3	4	2	7	2
30	3	7	1	4	2	6	2
31	2	5	3	3	3	7	3
32	3	7	2	4	3	6	1
33	2	6	4	4	2	5	2
34	1	5	1	4	2	4	2
35	4	7	3	5	2	5	3
36	3	7	3	5	3	6	2
37	3	7	2	3	1	6	2
38	1	5	2	2	1	7	1
Promedio	4,05	6,08	4,21	4,79	4,50	6,03	4,13
Desviación std.	1,96	0,94	2,12	1,42	2,26	1,08	2,30

Fuente: Elaboración propia

Apéndice C. 3. Atributo de textura.

Panelista	Muestra 237	Muestra 864	Muestra 678	Muestra 408	Muestra 345	Muestra 789	Muestra 510
1	6	7	6	7	7	6	6
2	6	7	5	7	7	7	6
3	7	5	6	7	6	6	7
4	7	6	7	5	7	7	6
5	6	5	5	6	6	5	7
6	5	6	5	7	5	6	4
7	4	6	6	5	6	5	7
8	2	4	6	2	6	5	2
9	6	6	6	7	7	7	6
10	7	6	7	7	7	7	6
11	6	7	6	6	4	6	5
12	6	6	6	6	7	7	7

13	5	6	5	7	7	6	6
14	6	6	5	4	5	6	6
15	6	5	7	7	6	6	7
16	5	6	6	6	6	6	6
17	6	5	6	6	7	7	6
18	6	6	6	6	7	7	6
19	6	5	5	5	5	7	6
20	5	5	5	5	5	5	4
21	4	7	3	6	3	6	3
22	1	5	1	1	1	5	1
23	6	7	1	2	5	7	2
24	6	7	5	5	5	7	5
25	5	7	5	5	7	7	7
26	6	7	1	2	5	7	2
27	5	6	1	2	5	6	1
28	6	7	2	1	4	6	3
29	5	6	3	3	5	7	3
30	4	5	1	2	6	7	5
31	5	6	2	1	5	5	2
32	7	7	1	3	5	6	4
33	6	7	1	2	4	6	2
34	5	7	2	4	5	6	2
35	5	6	3	2	5	5	3
36	6	6	1	2	6	7	5
37	6	6	2	4	5	5	5
38	6	7	1	3	6	6	2
Promedio	5,45	6,08	4,00	4,42	5,53	6,18	4,55
Desviación Std.	1,22	0,82	2,18	2,09	1,29	0,77	1,95

Fuente: Elaboración propia

Apéndice C. 4. Atributo de sabor.

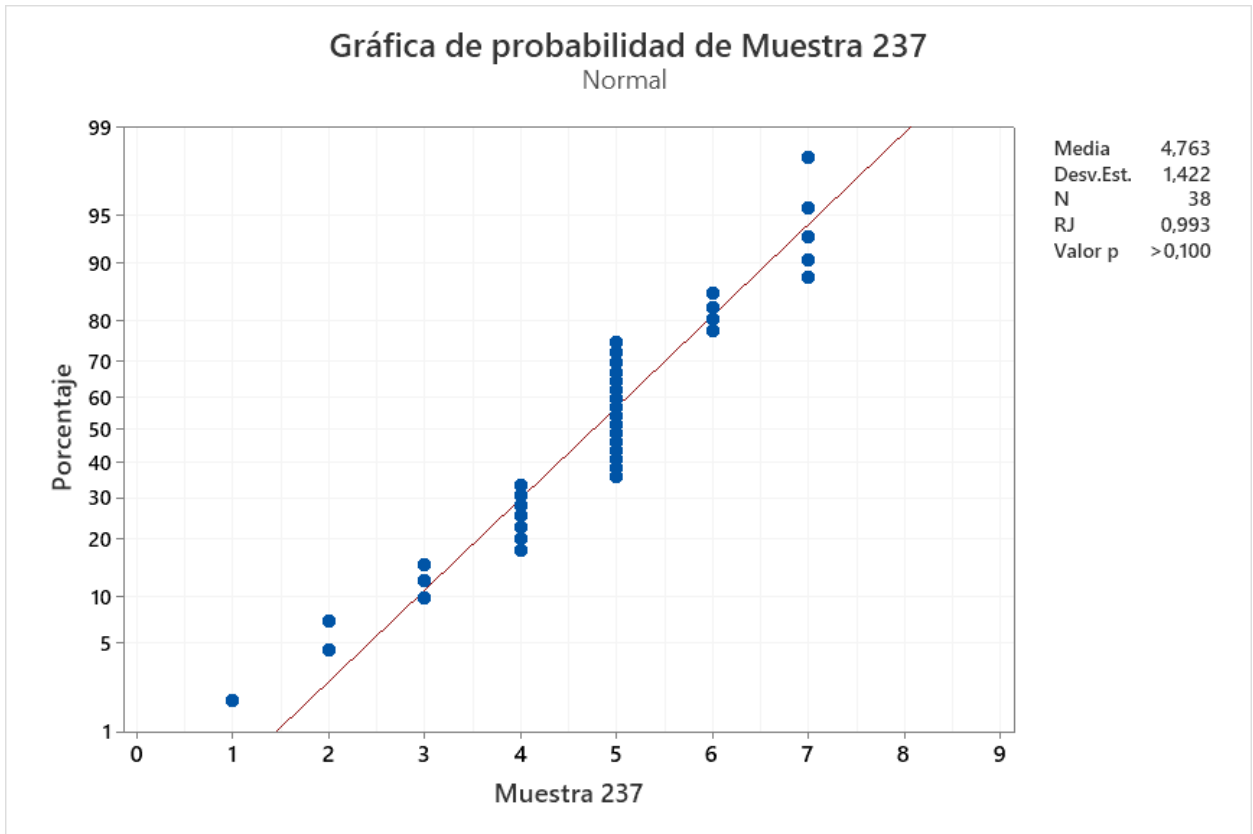
Panelista	Muestra 237	Muestra 864	Muestra 678	Muestra 408	Muestra 345	Muestra 789	Muestra 510
1	4	5	4	5	7	6	7
2	5	7	4	6	7	6	7
3	7	7	7	6	7	7	7
4	7	6	4	6	5	6	5
5	4	4	5	5	5	6	6
6	2	7	3	3	7	7	6
7	5	5	7	5	5	6	7
8	4	7	5	5	7	5	7
9	4	4	5	4	6	4	7
10	7	7	7	6	7	6	7

11	4	6	6	7	5	5	7
12	6	6	5	5	7	7	7
13	5	5	7	6	6	6	7
14	5	6	5	4	5	6	5
15	6	5	7	6	6	6	7
16	5	6	7	5	6	6	6
17	5	5	6	6	7	7	6
18	5	6	5	4	7	6	5
19	6	5	4	4	6	6	5
20	6	6	6	6	6	6	5
21	5	7	6	6	6	7	6
22	3	6	3	3	3	5	3
23	4	6	2	4	1	5	1
24	4	7	4	5	5	7	5
25	4	7	5	5	7	7	6
26	4	6	2	4	1	5	1
27	5	7	3	4	3	7	3
28	6	6	4	4	3	6	5
29	4	7	3	5	1	6	1
30	4	6	2	6	2	6	2
31	5	7	4	4	3	5	4
32	3	7	4	4	2	7	2
33	5	6	2	4	1	5	1
34	6	7	3	6	2	7	4
35	4	6	2	5	4	6	2
36	5	7	4	5	2	6	4
37	4	6	4	4	3	7	3
38	3	6	2	6	1	5	1
Promedio	4,74	6,11	4,42	4,95	4,58	6,03	4,74
Desviación std.	1,16	0,86	1,64	0,98	2,19	0,79	2,14

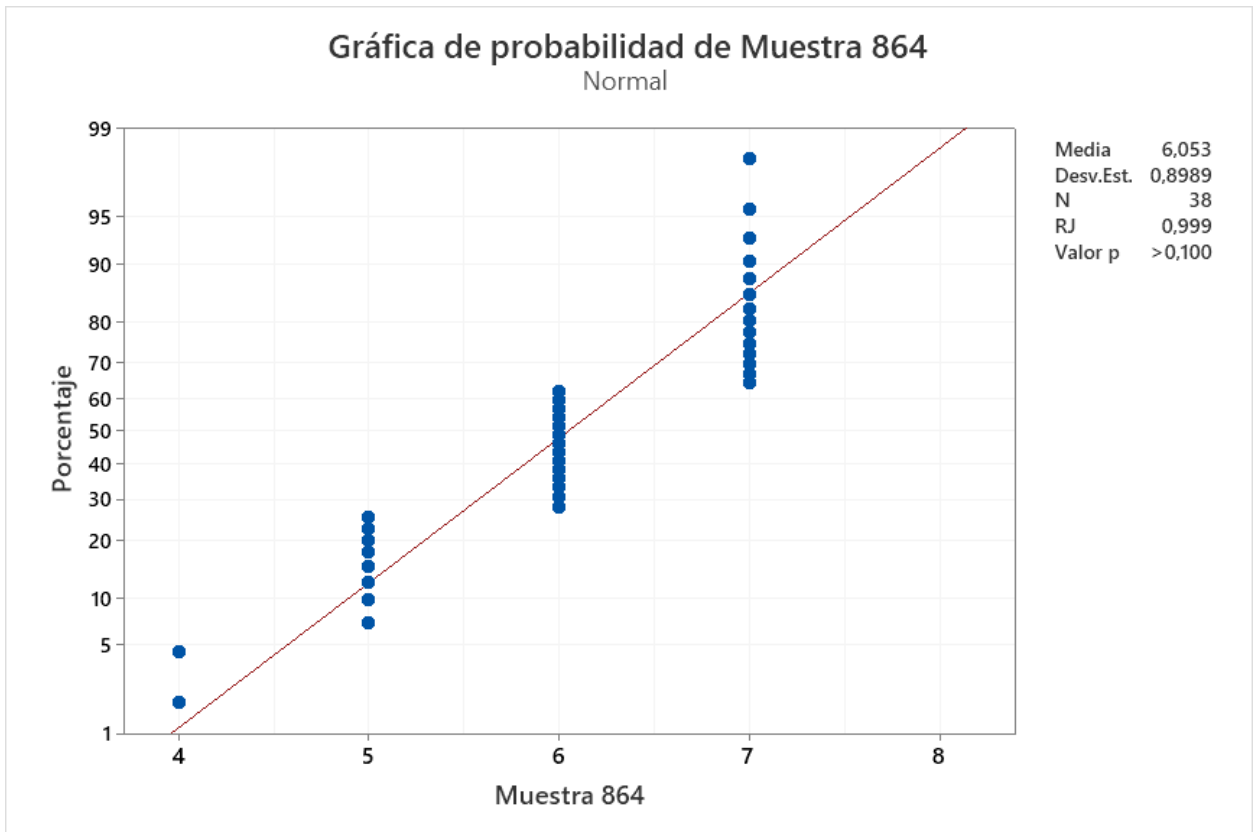
Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE D. Gráficas de normalidad Ryan-Joiner

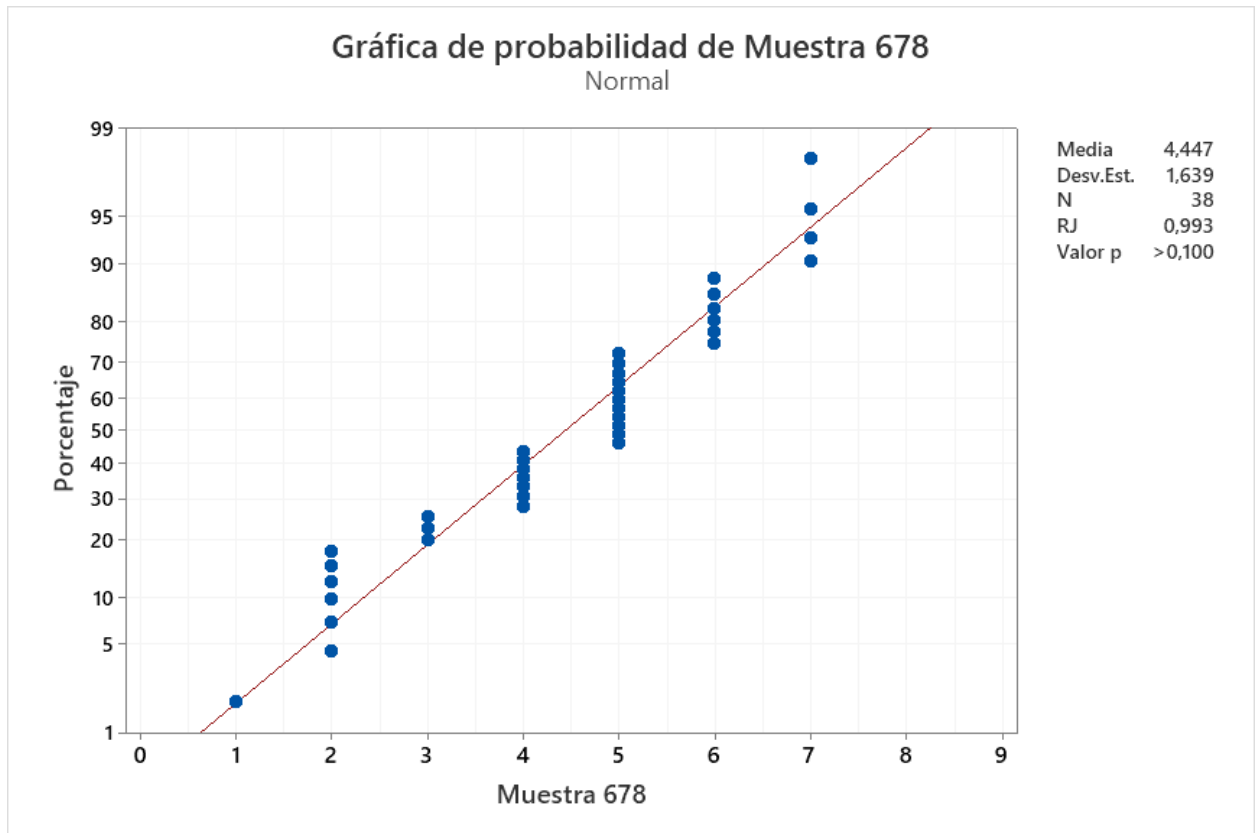
Apéndice D.1 Variable de respuesta: Aceptación general



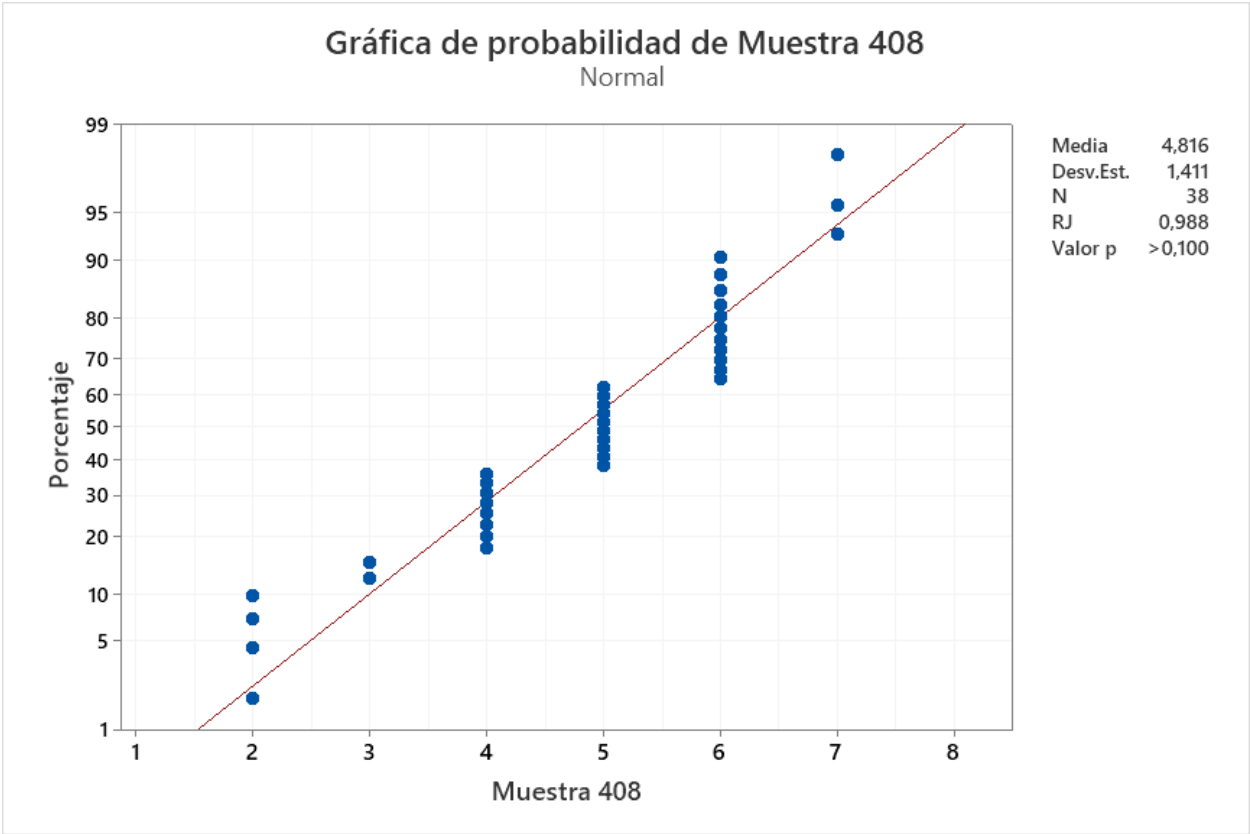
Fuente: Elaboración propia



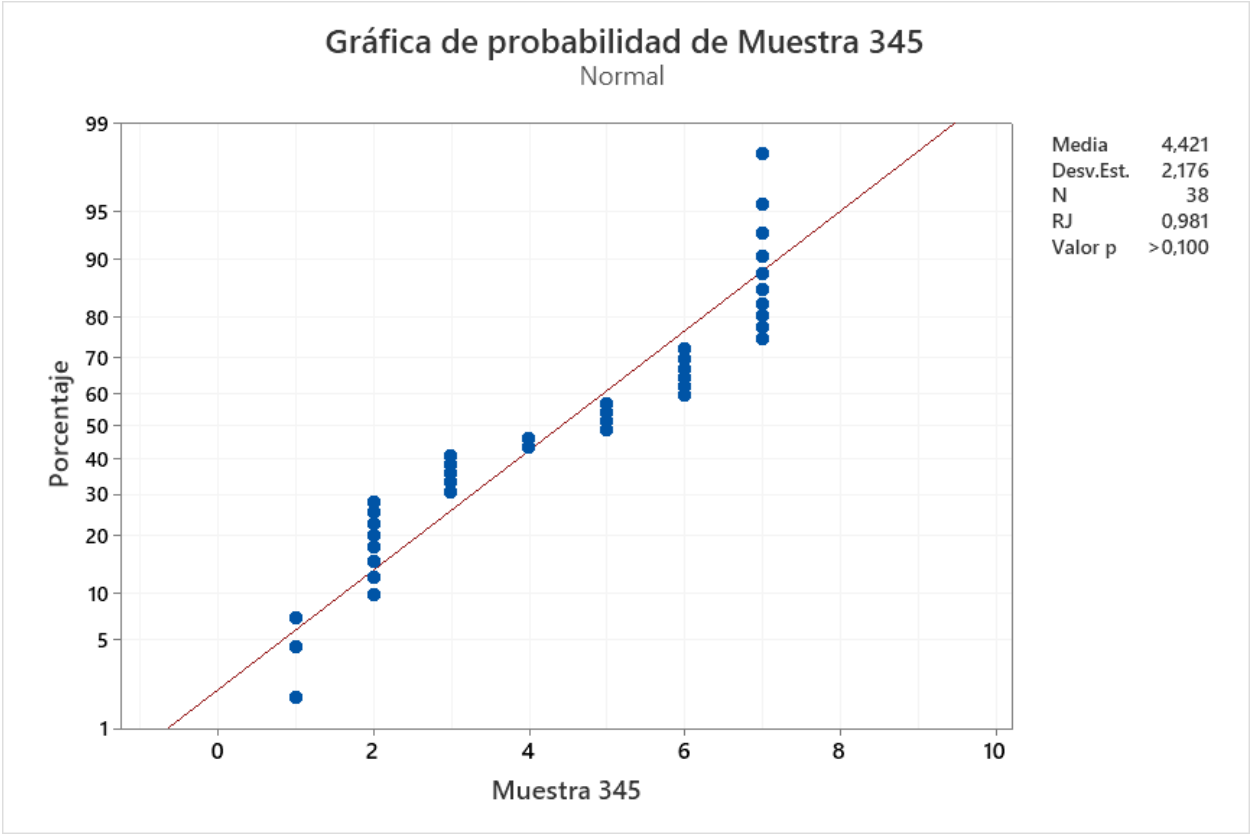
Fuente: Elaboración propia



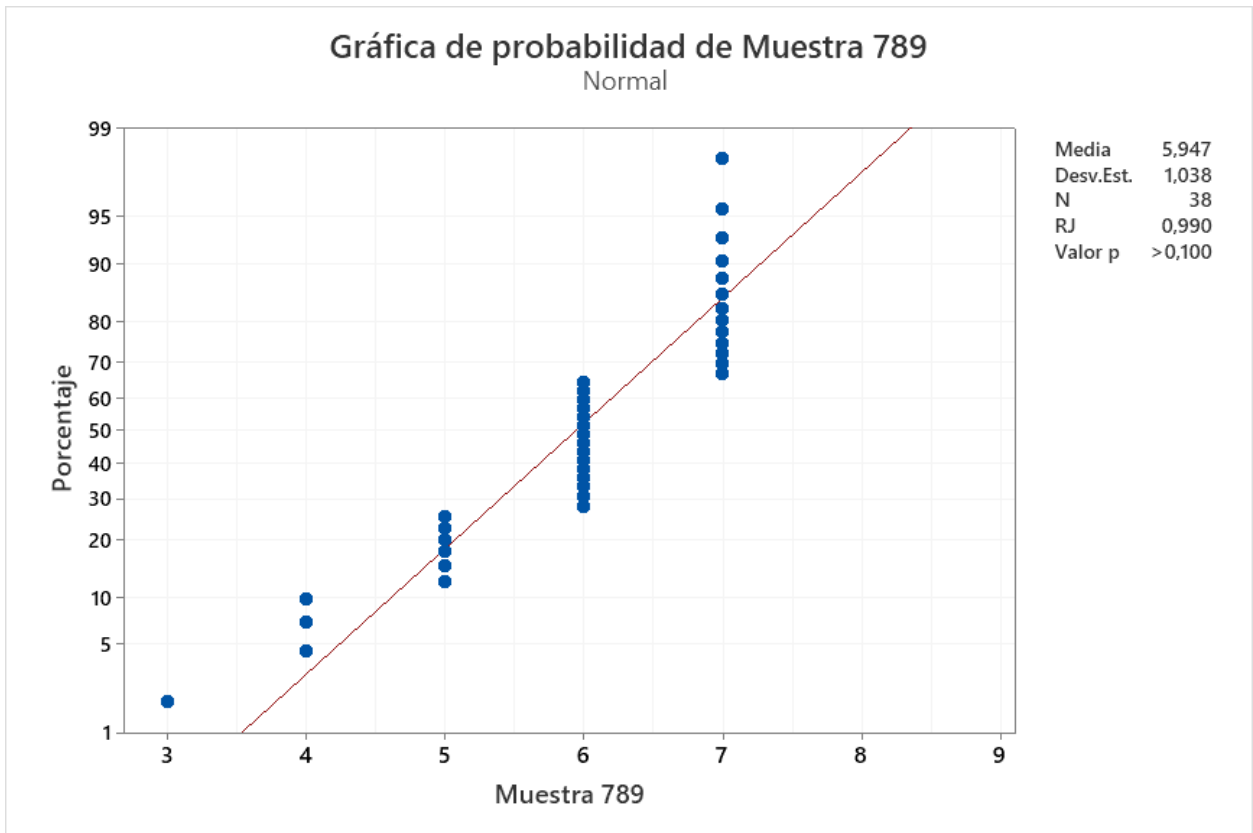
Fuente: Elaboración propia



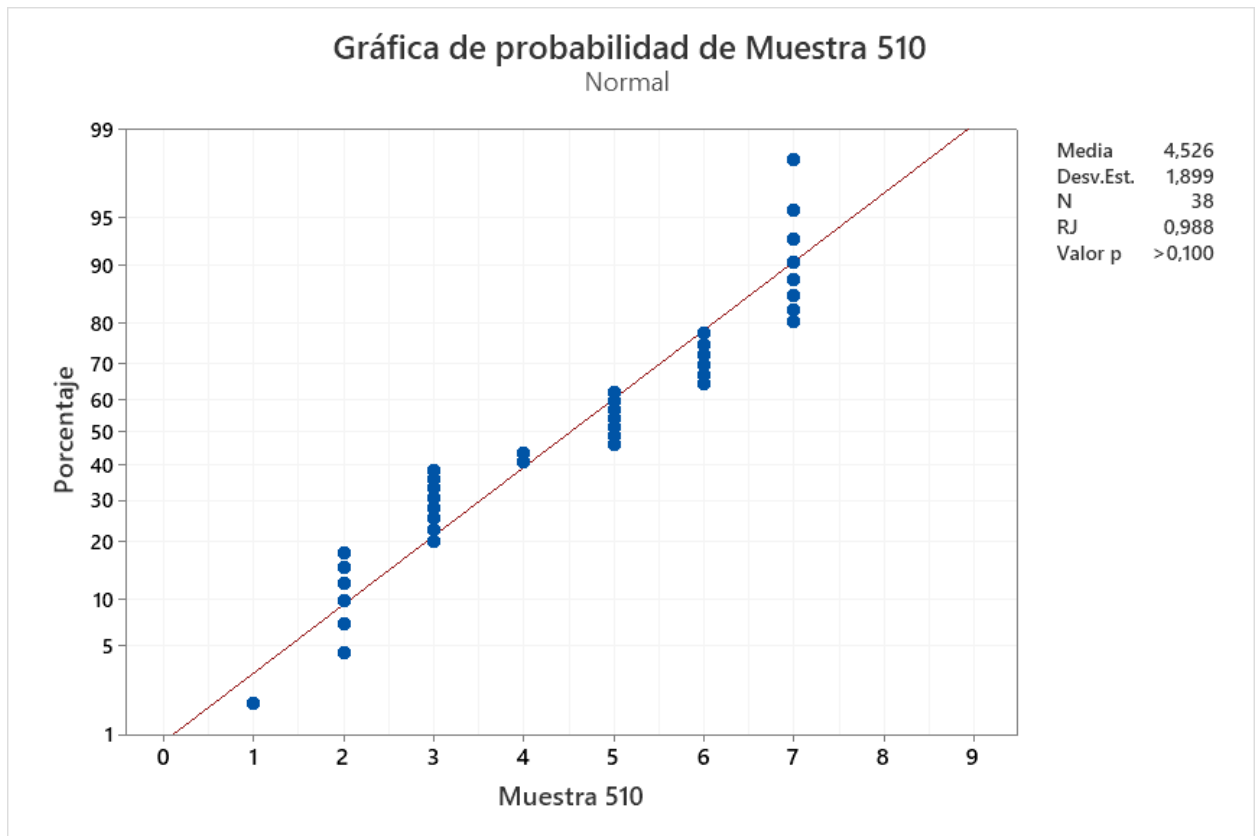
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

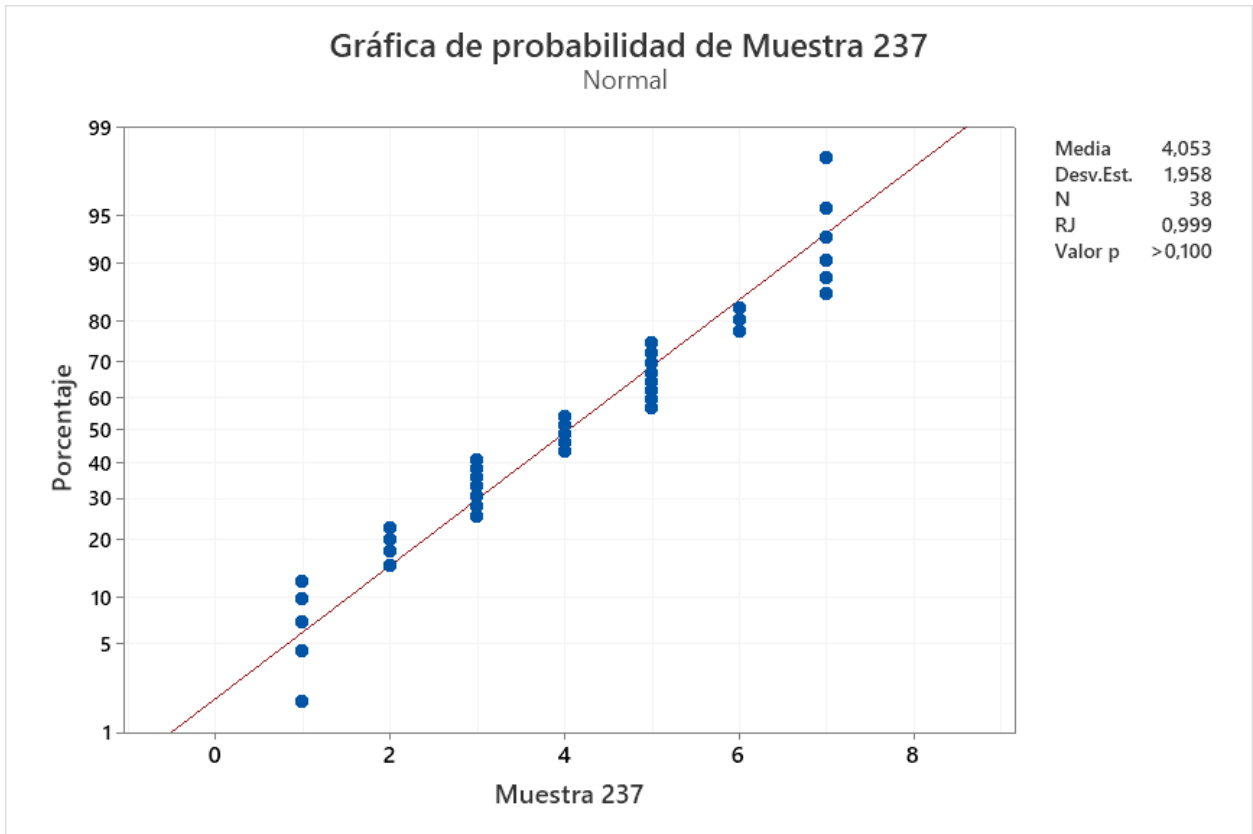


Fuente: Elaboración propia

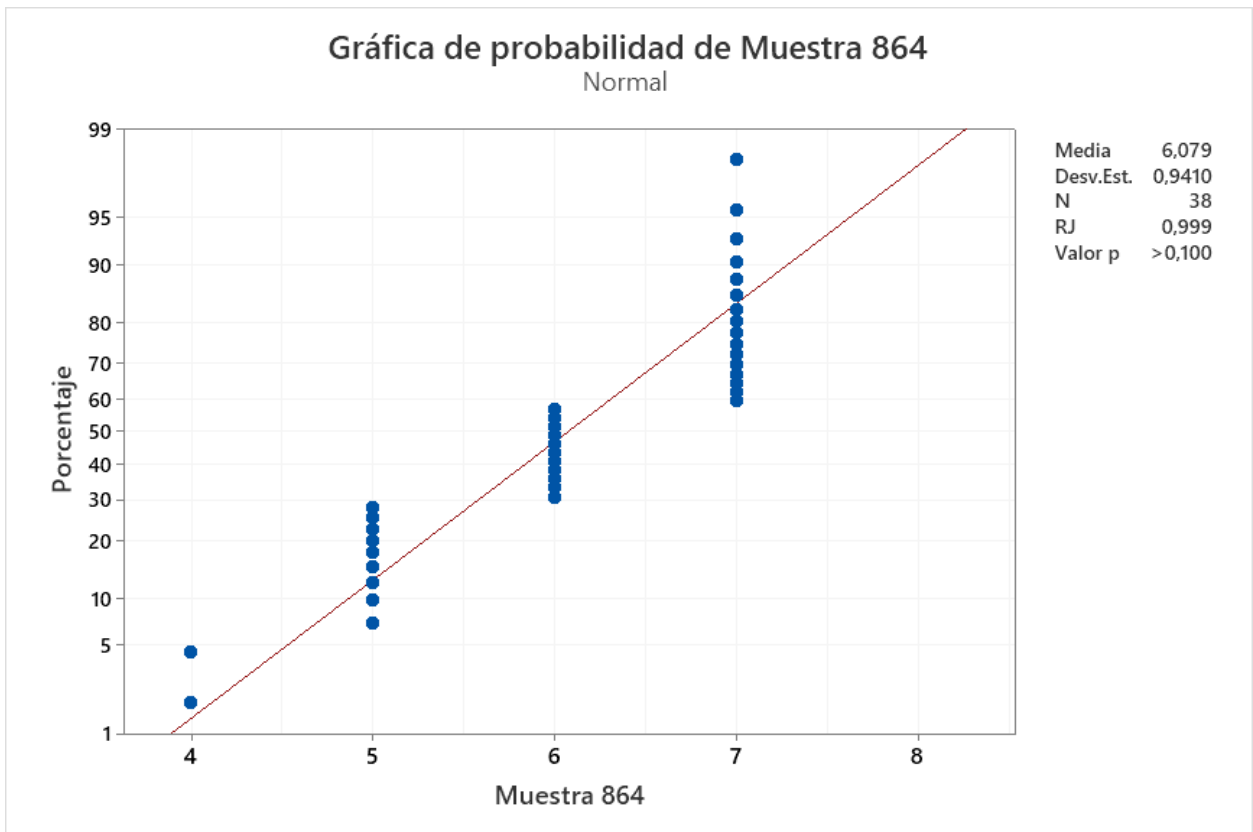


Fuente: Elaboración propia

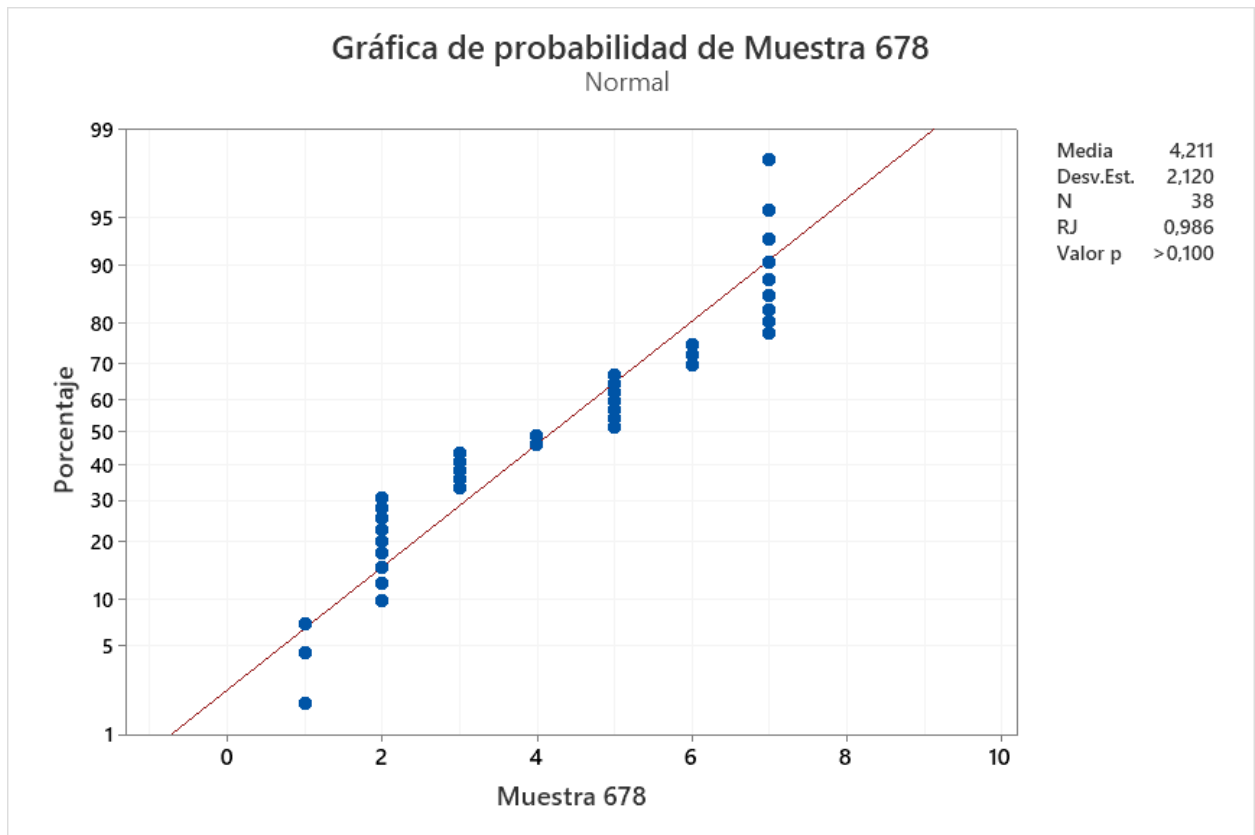
Apéndice D.2 Variable de respuesta: Apariencia



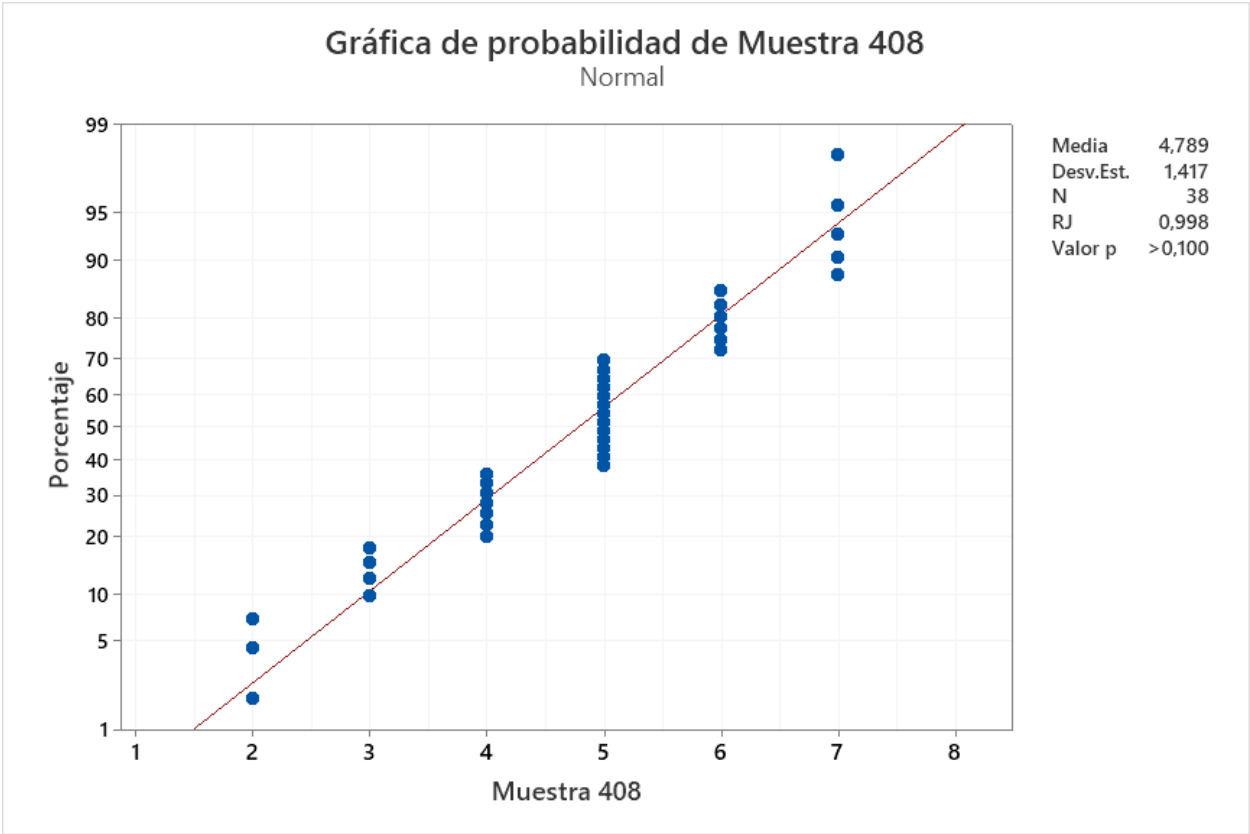
Fuente: Elaboración propia



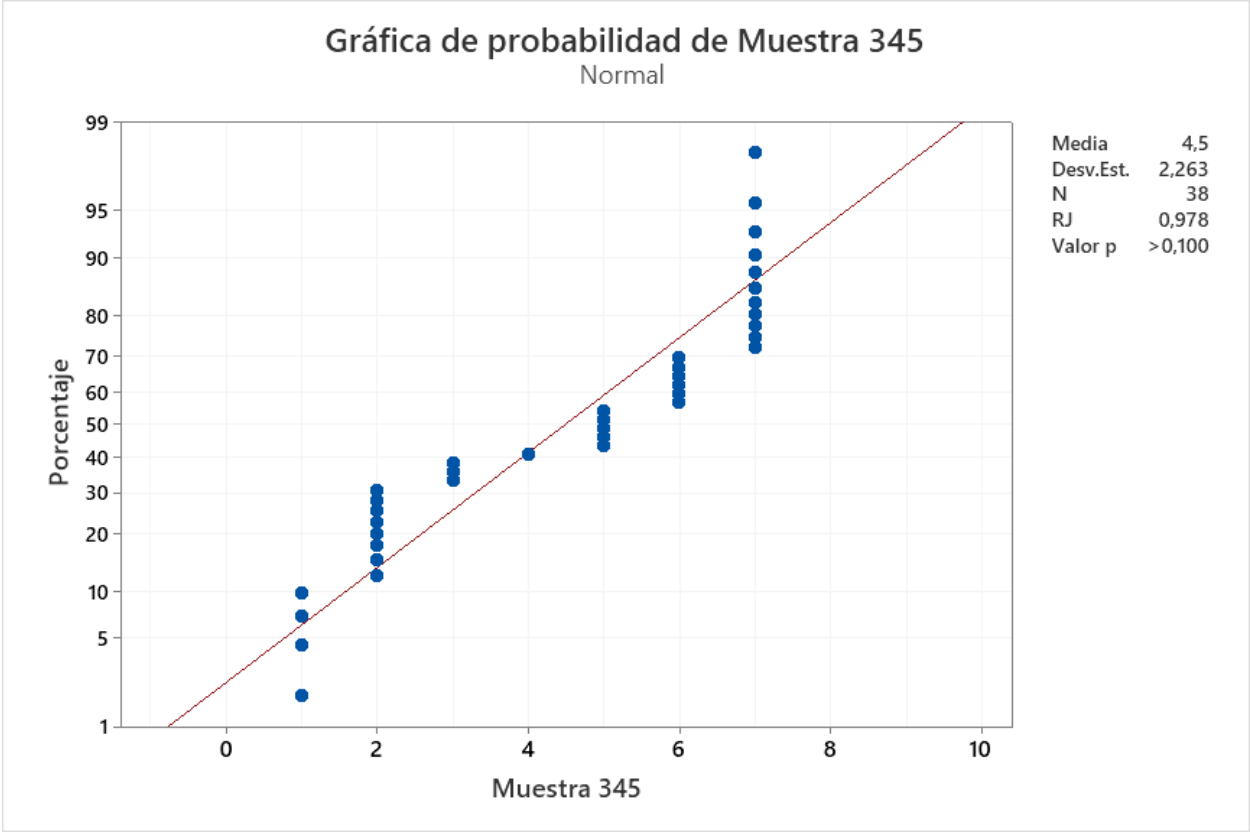
Fuente: Elaboración propia



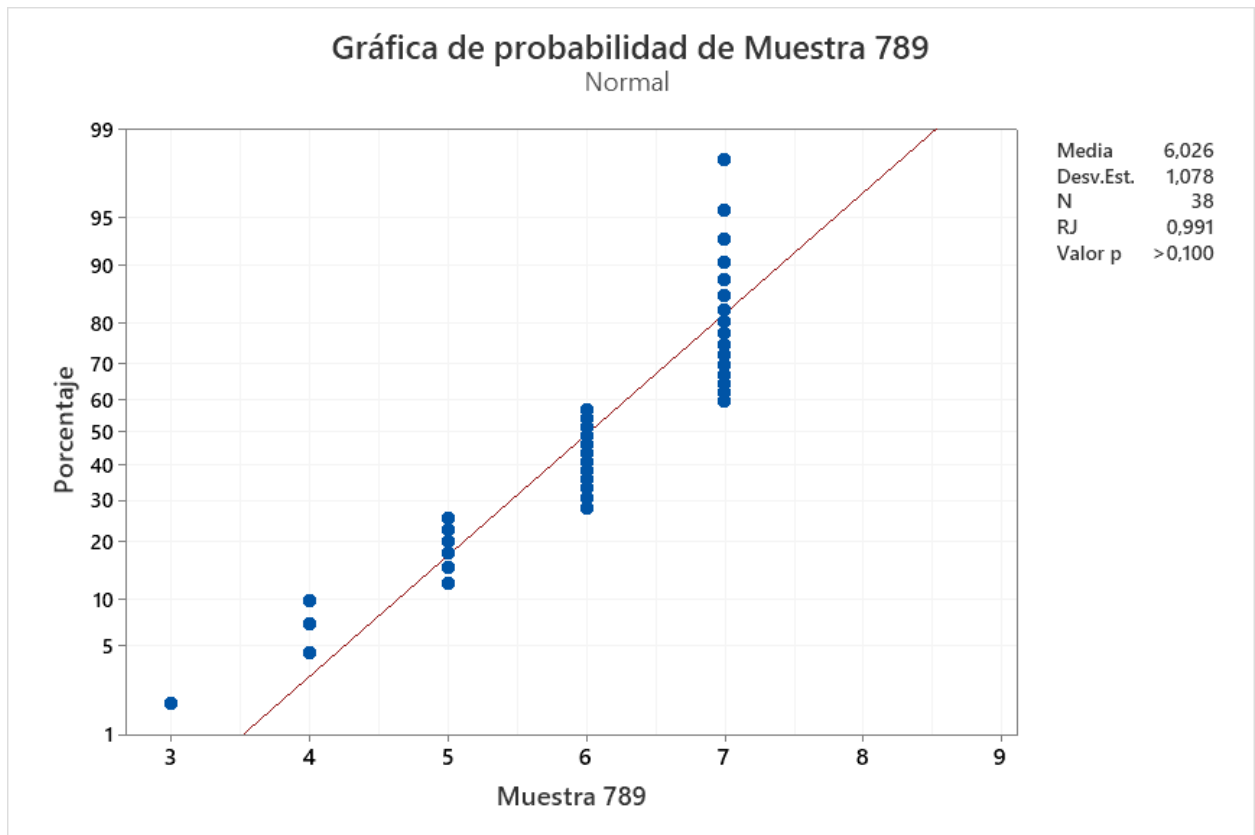
Fuente: Elaboración propia



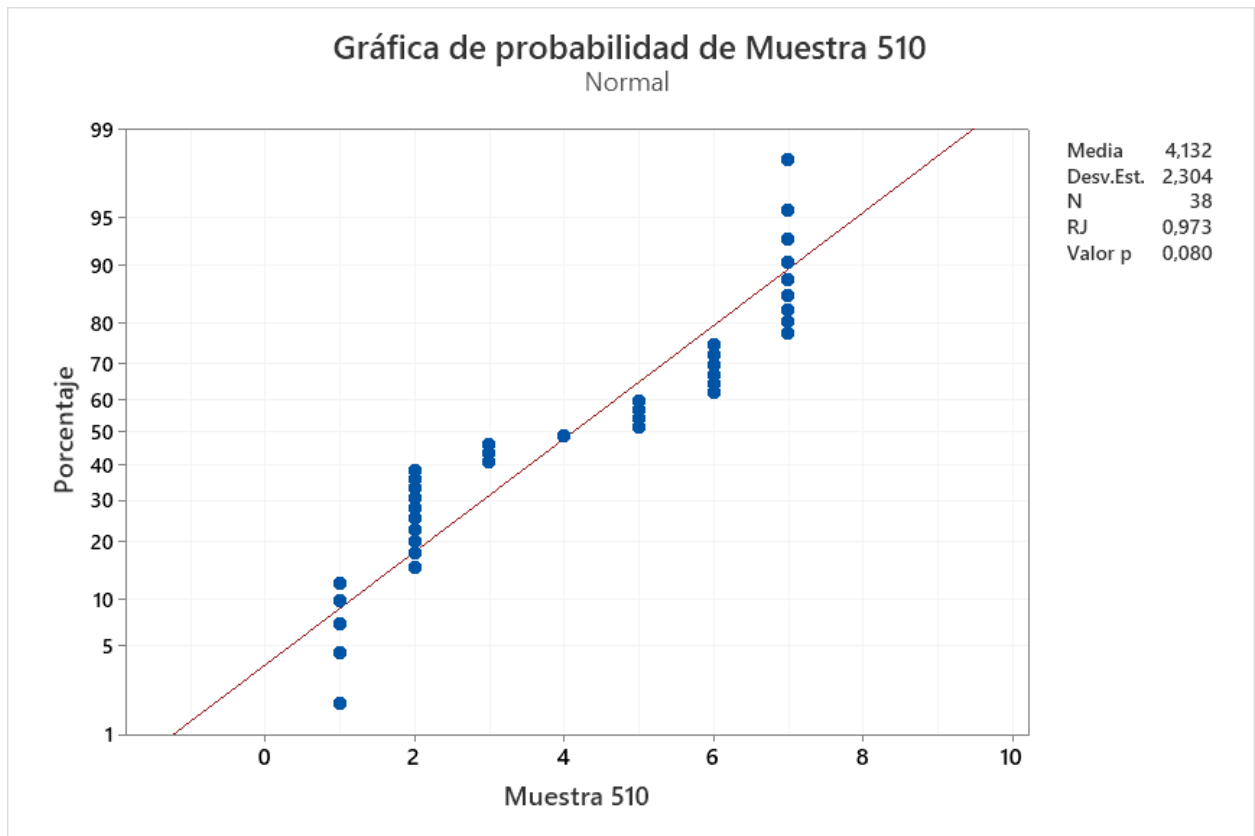
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

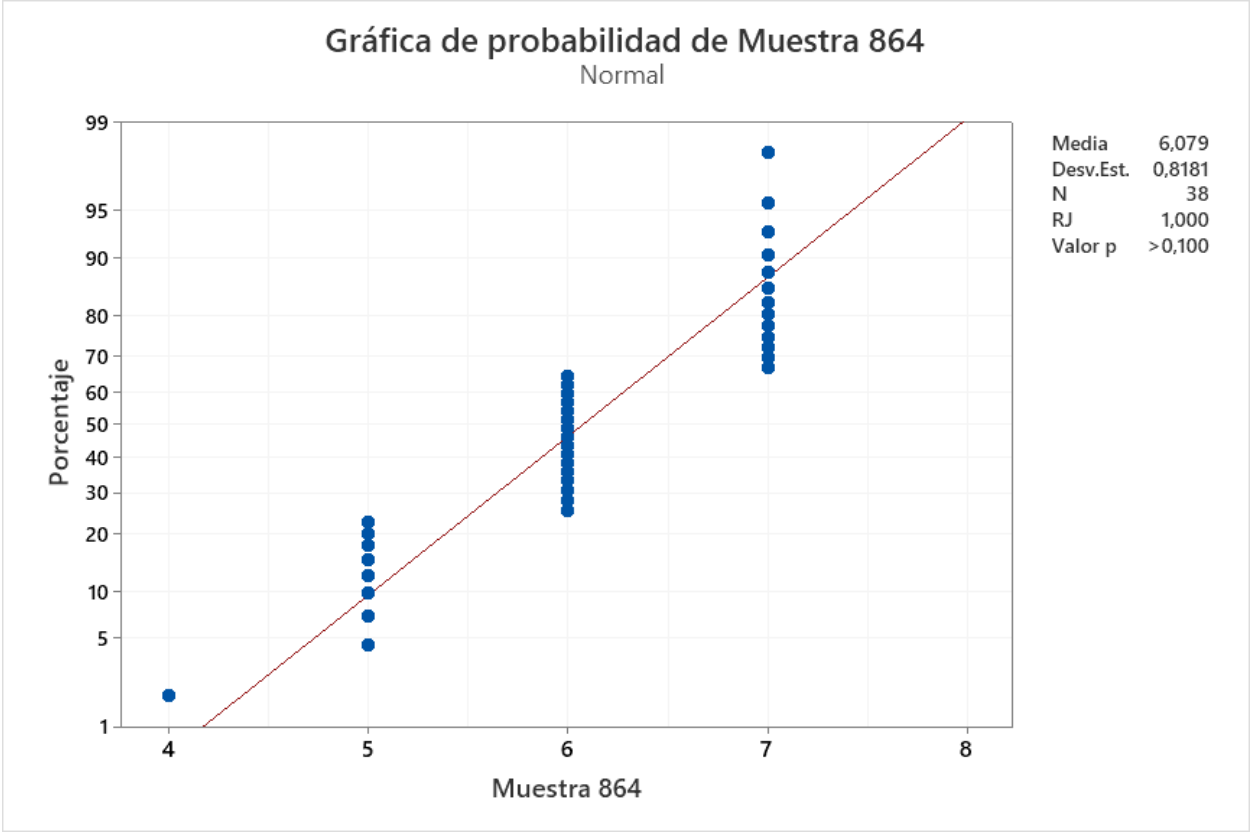


Fuente: Elaboración propia

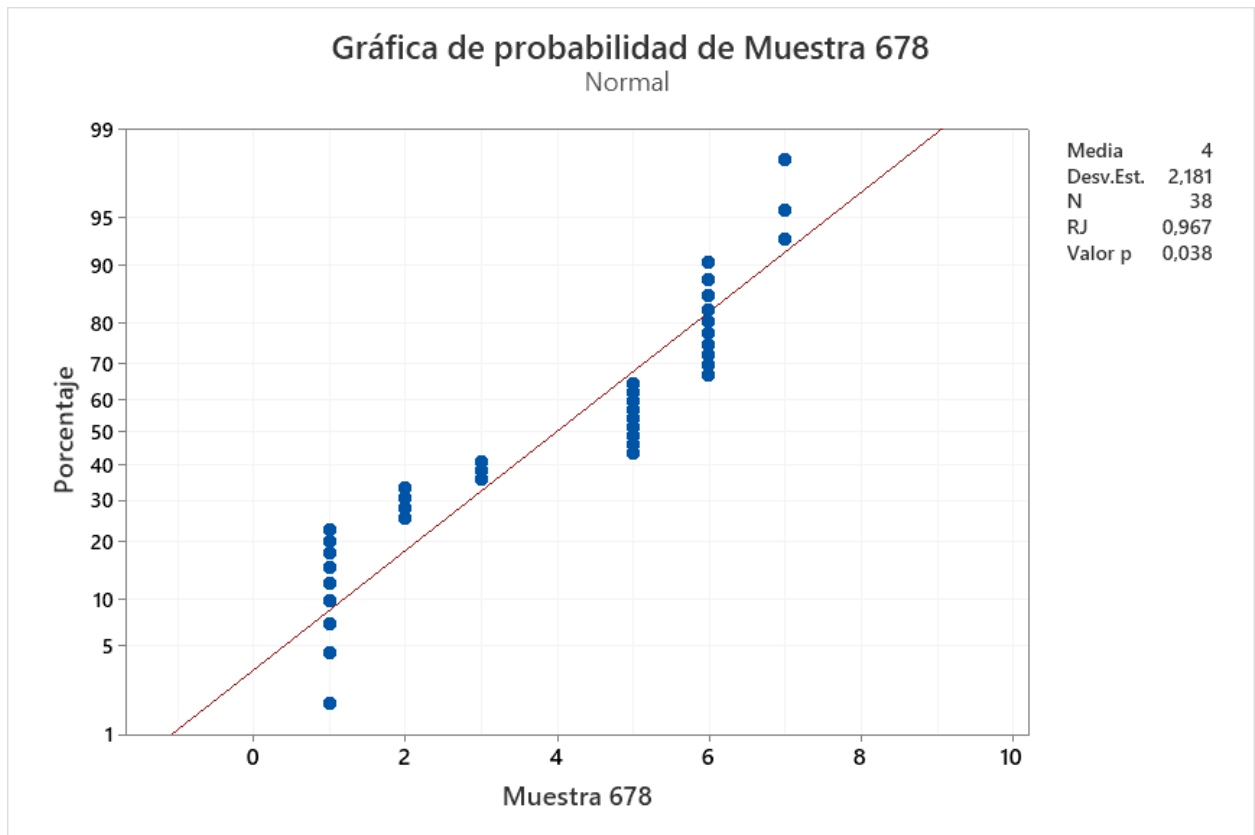
Apéndice D.3 Variable de respuesta: Textura



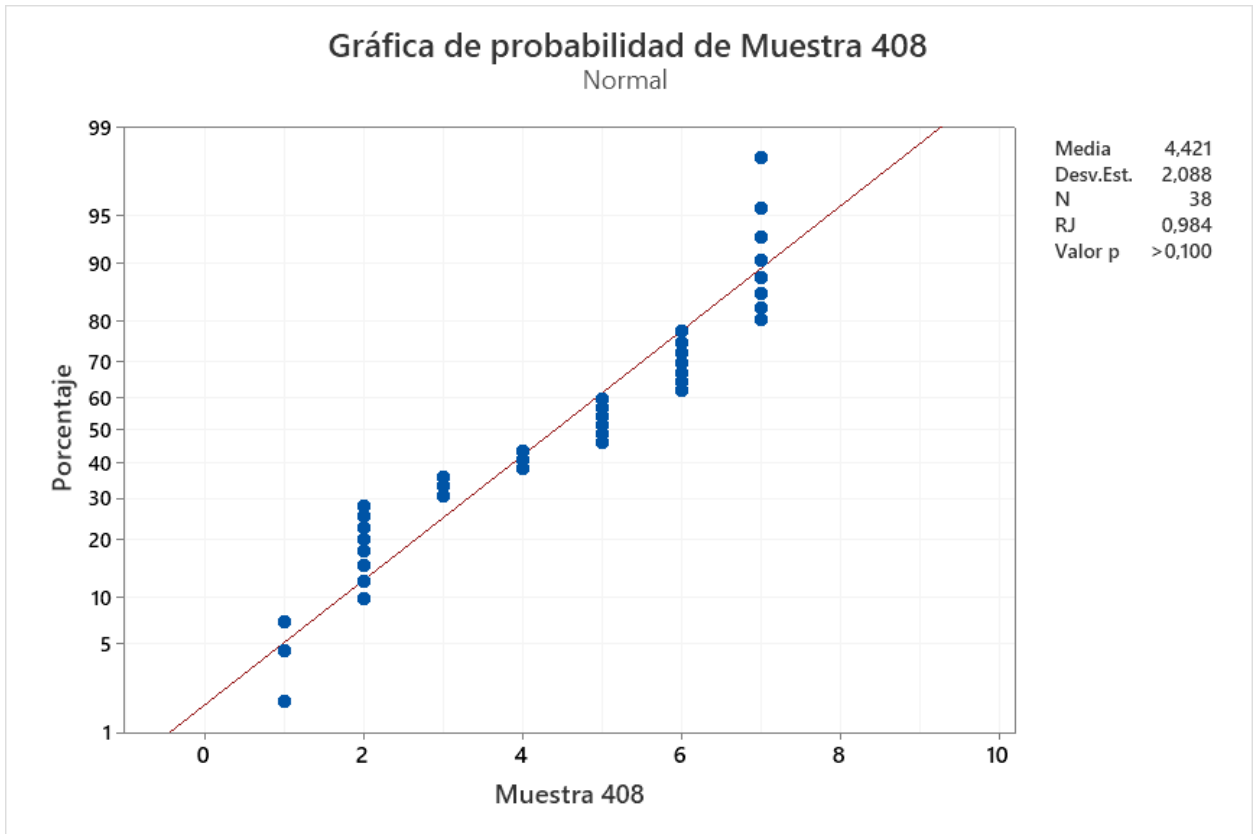
Fuente: Elaboración propia



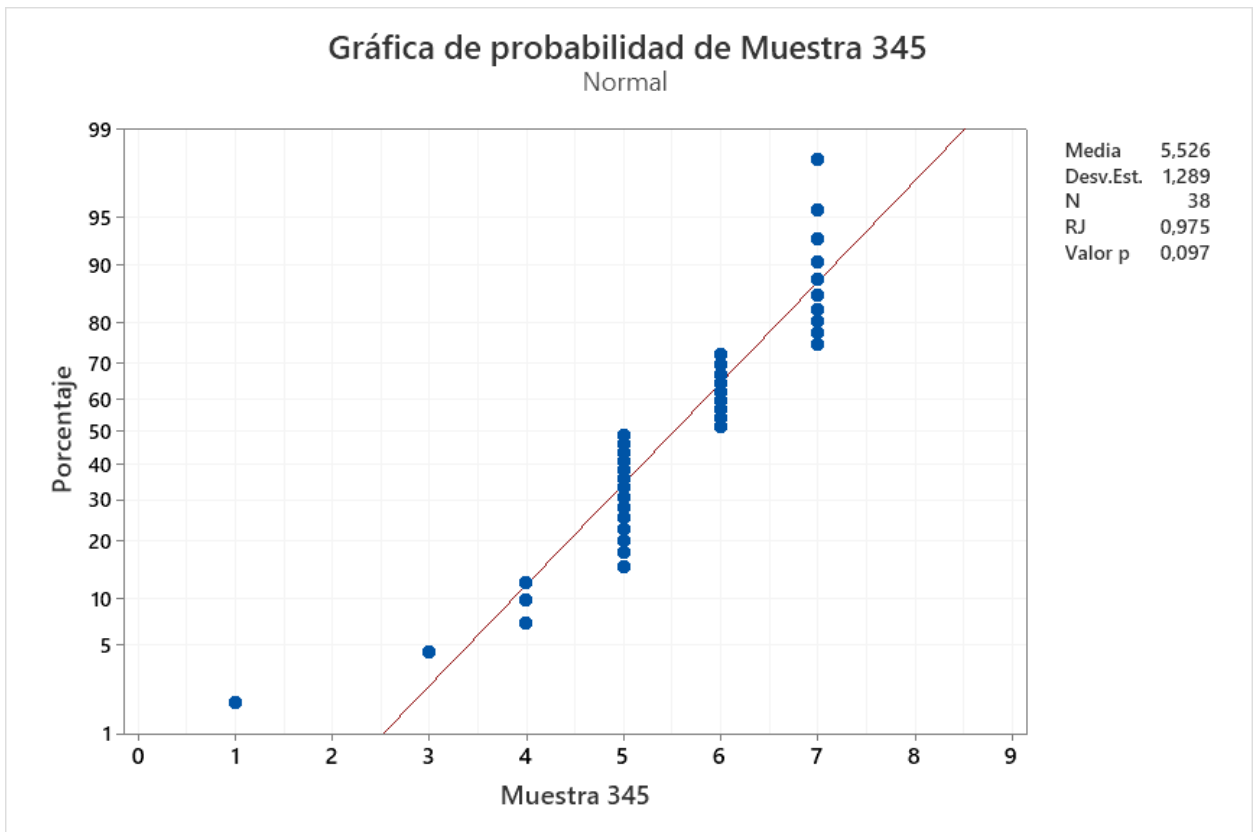
Fuente: Elaboración propia



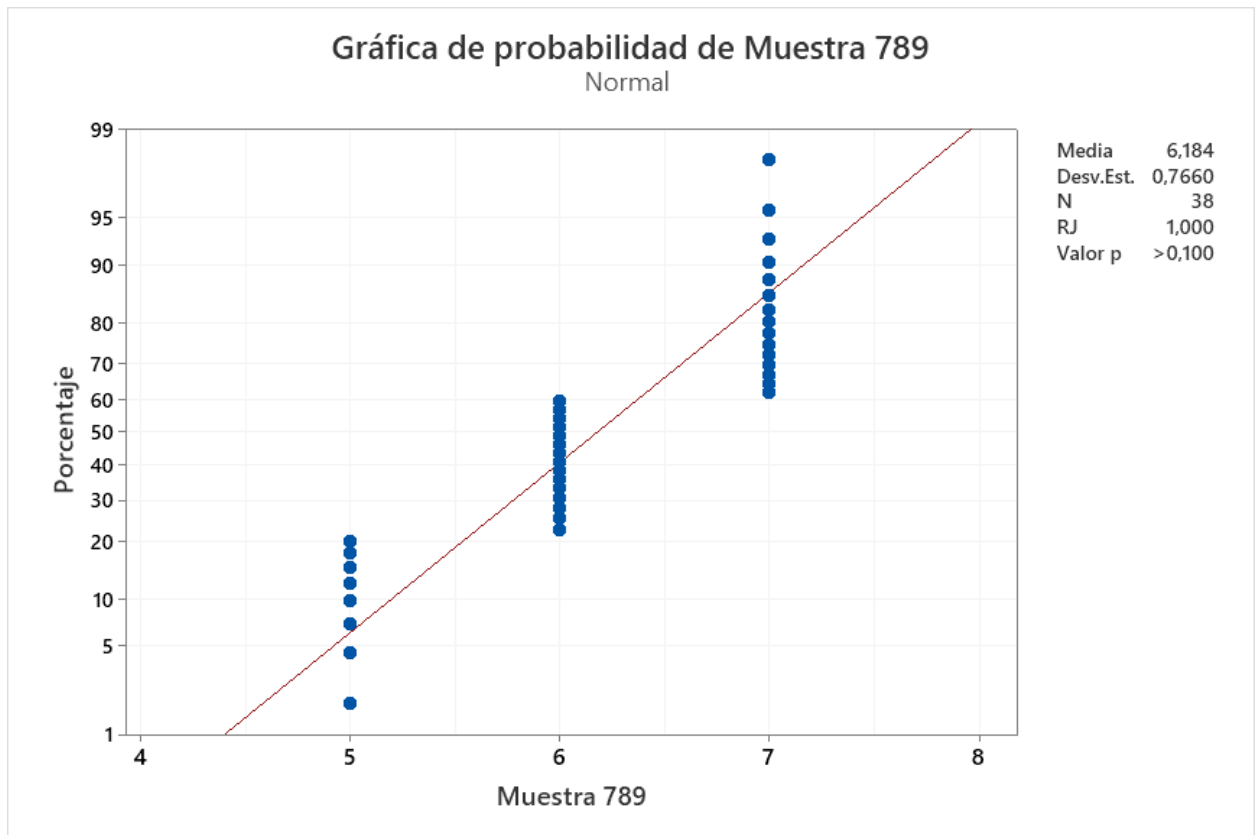
Fuente: Elaboración propia



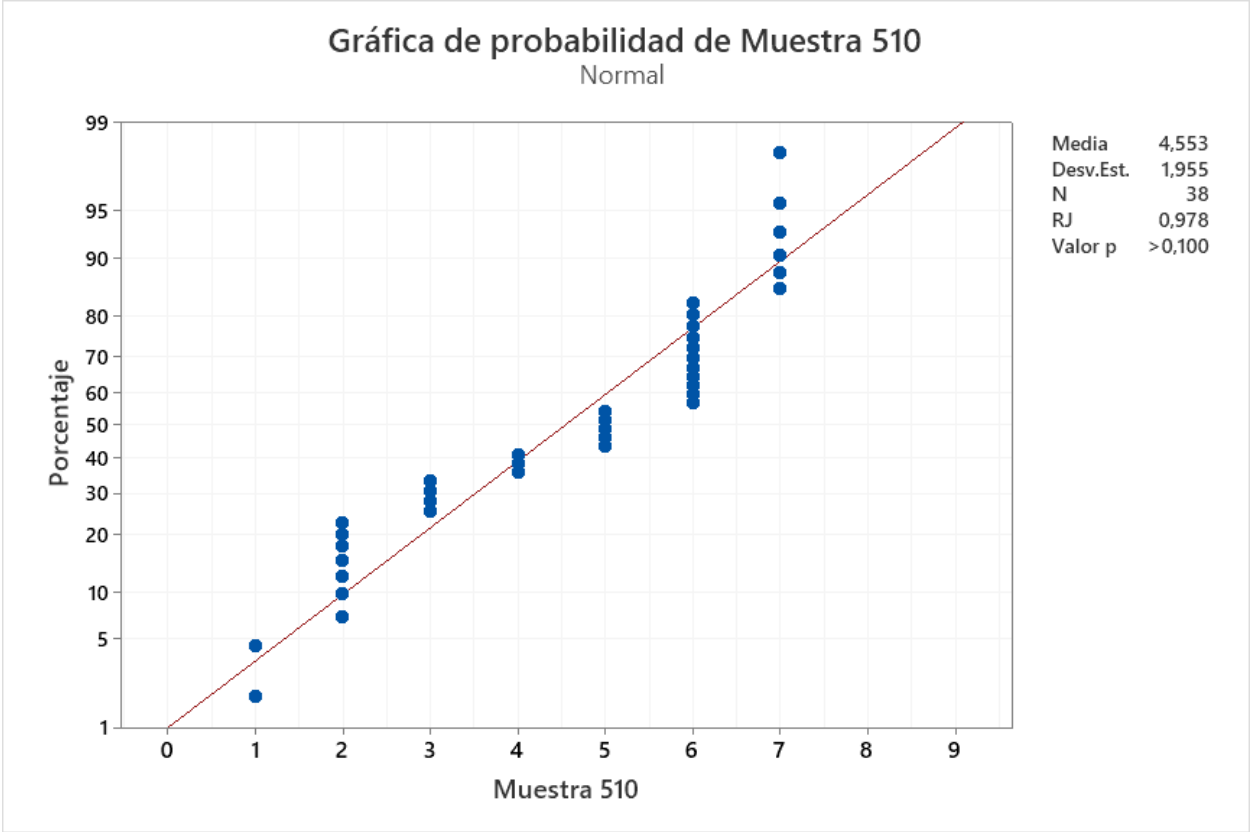
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

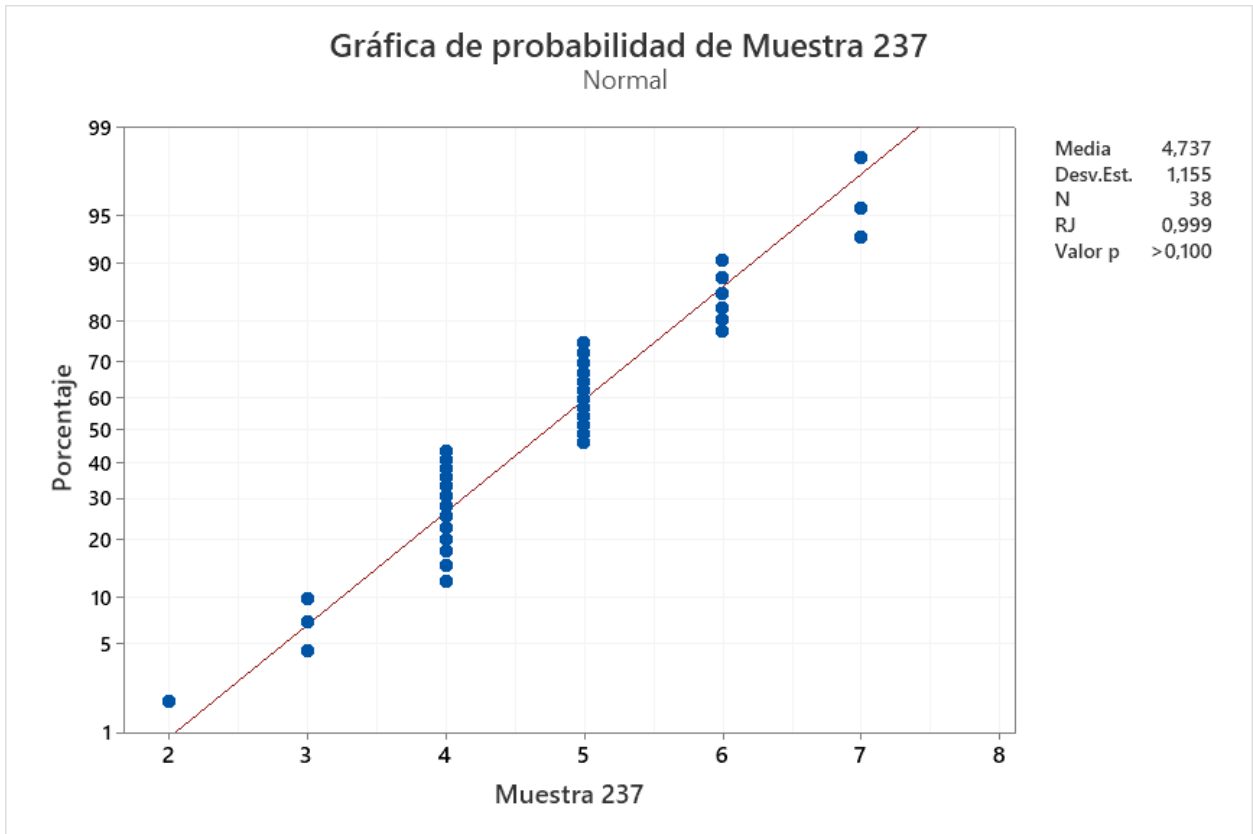


Fuente: Elaboración propia

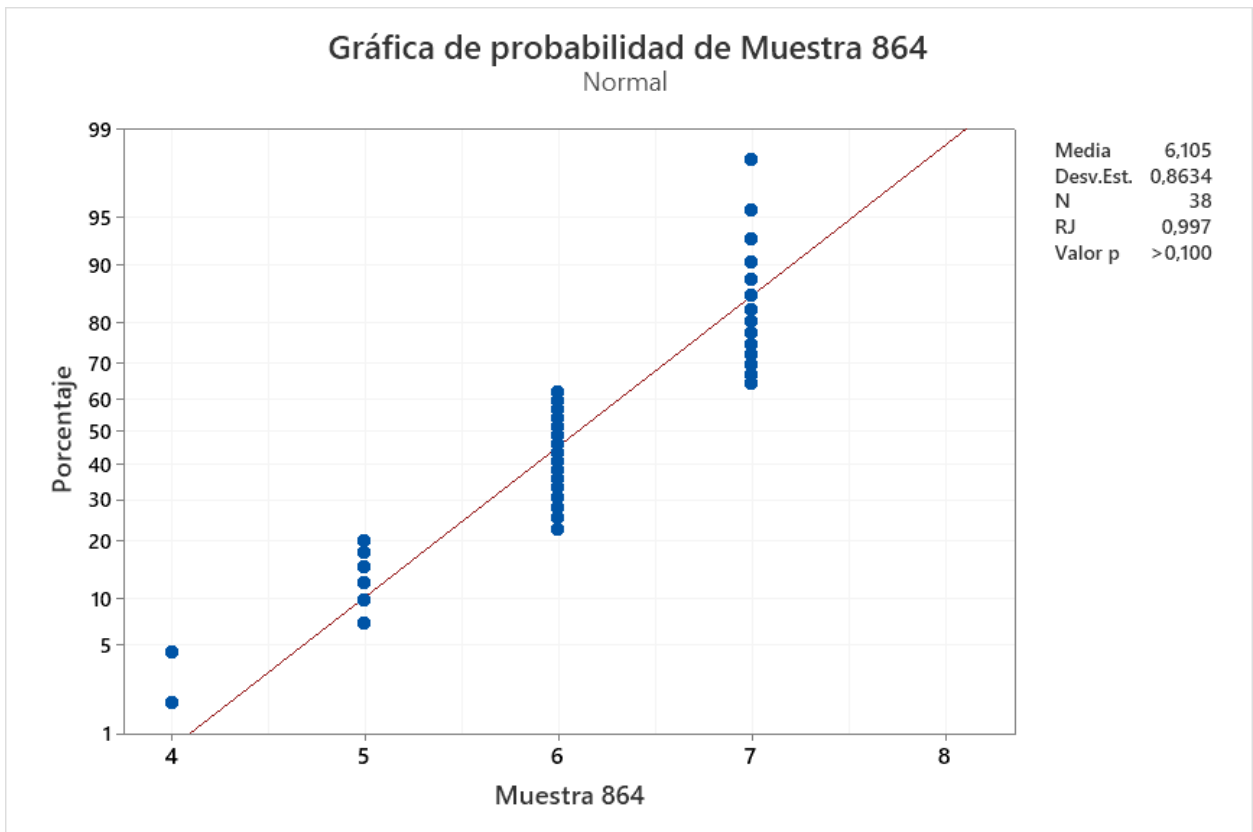


Fuente: Elaboración propia

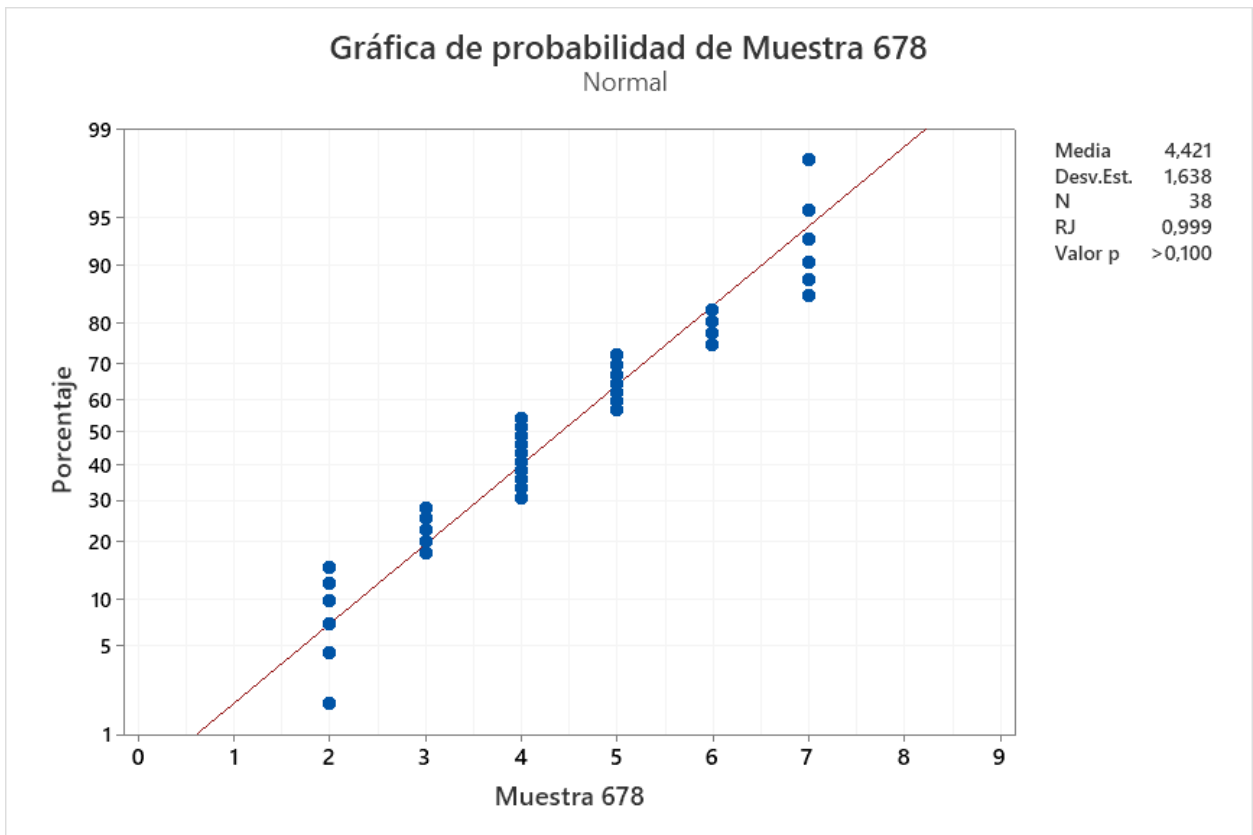
Apéndice D.4 Variable de respuesta: Sabor



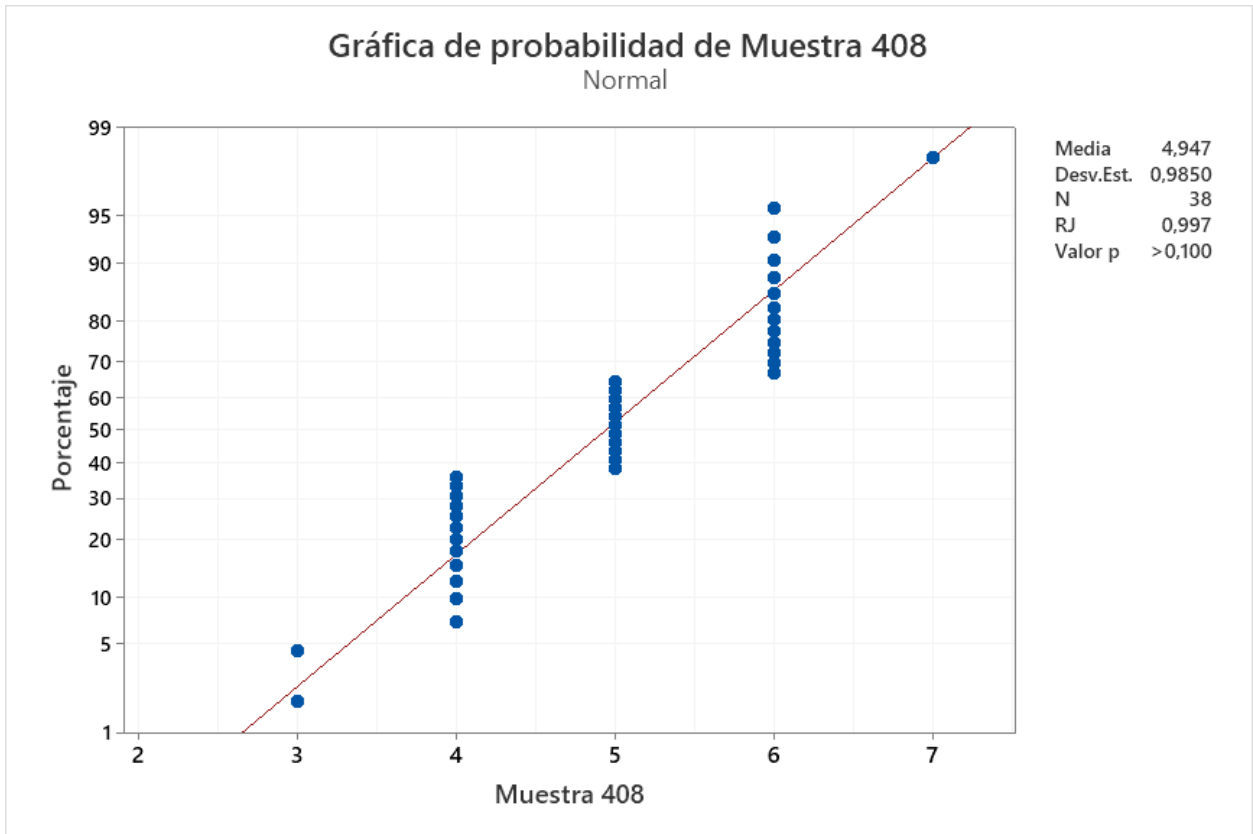
Fuente: Elaboración propia



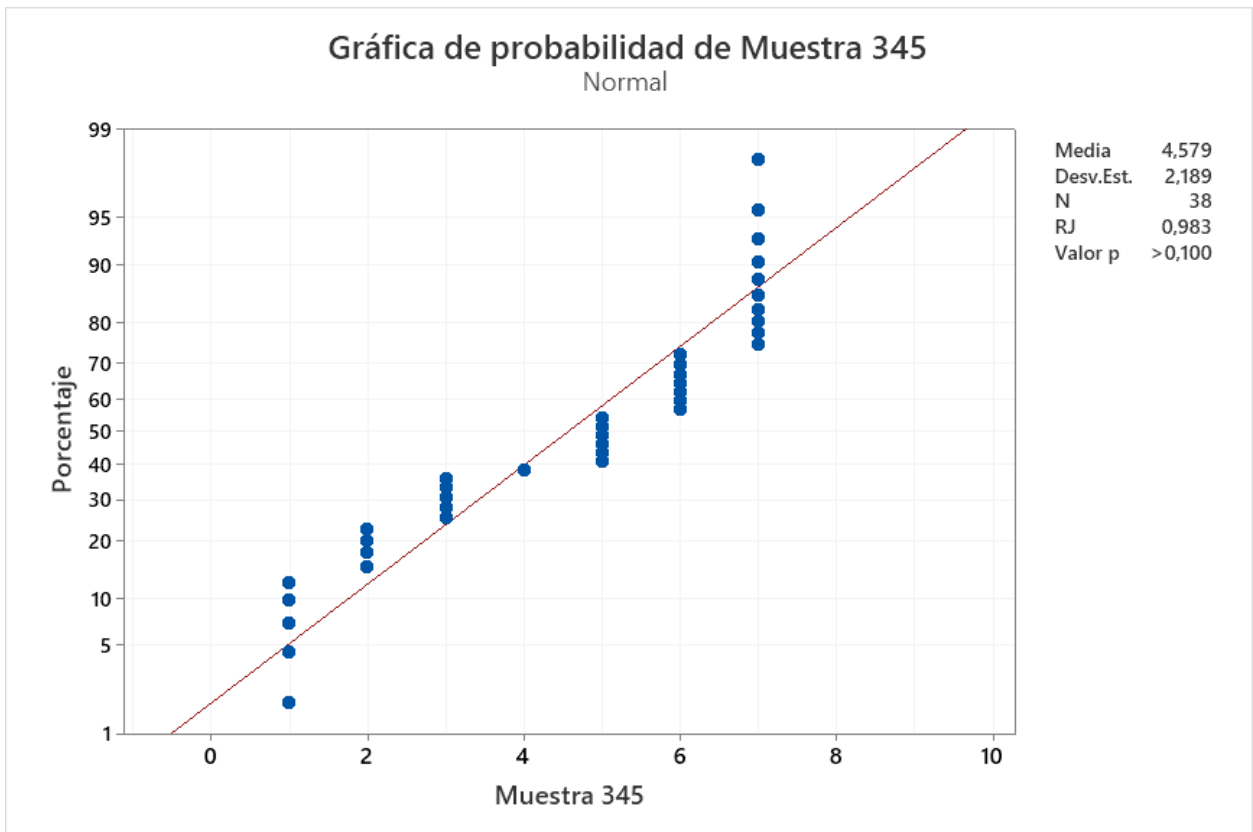
Fuente: Elaboración propia



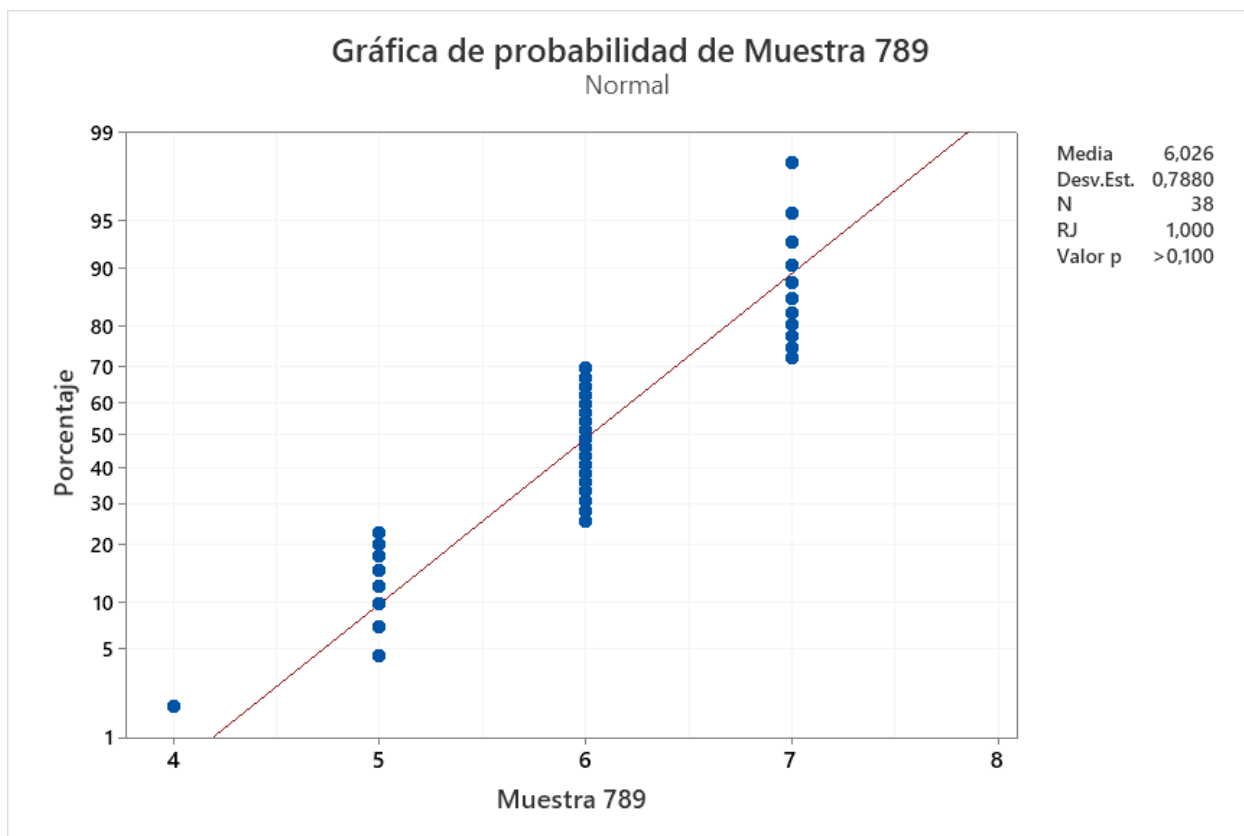
Fuente: Elaboración propia



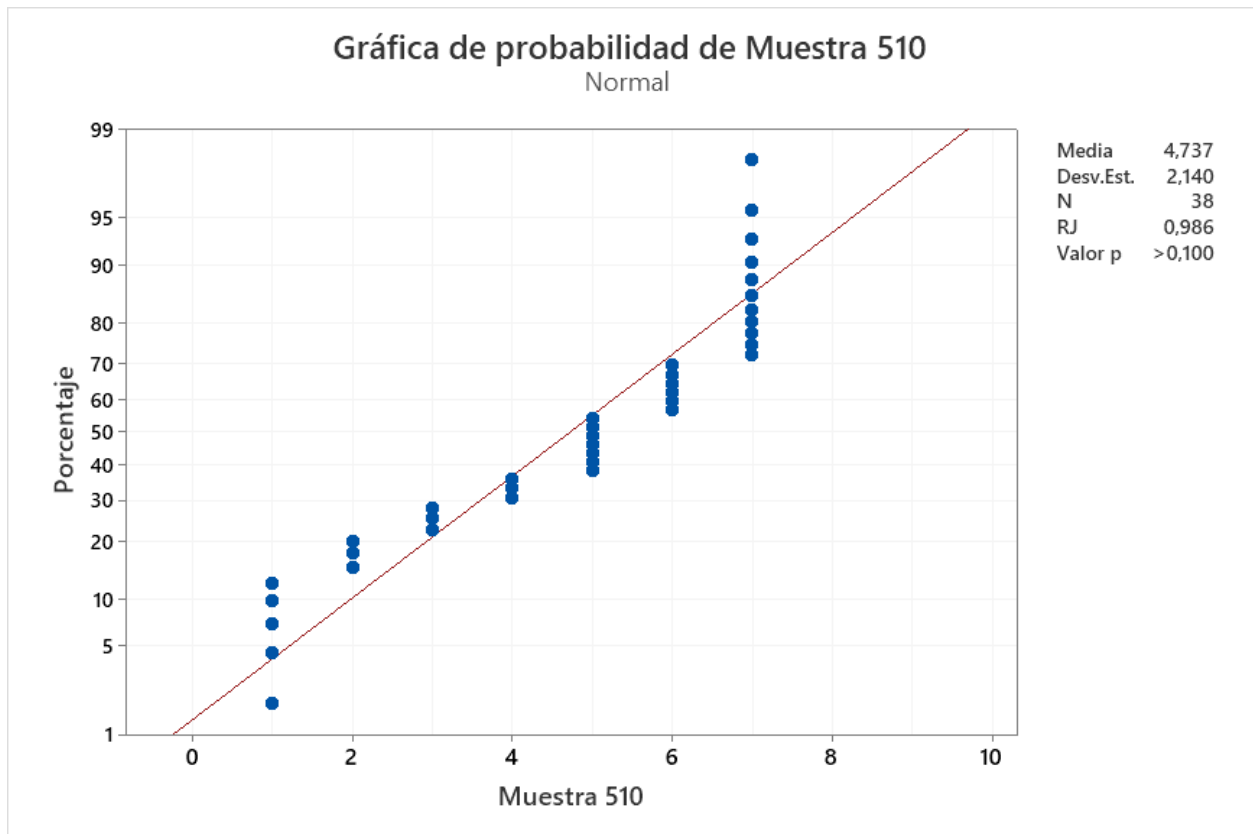
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE E. Tabla ANOVA para cada variable

Apéndice E.1. Tabla ANOVA: Aceptación general

ANOVA; Var.:Aceptación general (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 7 Runs Sequential fit of models of increasing complexity										
Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	
Linear	0,237493	2	0,118747	2,717250	4	0,679312	0,174804	0,845706	0,080377	
Quadratic	2,139879	3	0,713293	0,577370	1	0,577370	1,235417	0,565408	0,804595	
Special Cubic	0,577370	1	0,577370	0,000000	0	0,000000			1,000000	
Total Adjusted	2,954743	6	0,492457							

Fuente: Elaboración propia

Apéndice E.2. Tabla ANOVA: Apariencia

ANOVA; Var.:Apariencia (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 7 Runs Sequential fit of models of increasing complexity										
Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	
Linear	1,283893	2	0,641947	3,311850	4	0,827962	0,775333	0,519314	0,279366	
Quadratic	2,463846	3	0,821282	0,848003	1	0,848003	0,968490	0,615617	0,815481	
Special Cubic	0,848003	1	0,848003	0,000000	0	0,000000			1,000000	
Total Adjusted	4,595743	6	0,765957							

Fuente: Elaboración propia

Apéndice E.3. Tabla ANOVA: Textura

ANOVA; Var.:Textura (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 7 Runs Sequential fit of models of increasing complexity									
Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr
Linear	0,915693	2	0,457847	3,666250	4	0,916562	0,499526	0,640243	0,199848
Quadratic	2,782613	3	0,927538	0,883636	1	0,883636	1,049683	0,598974	0,807148
Special Cubic	0,883636	1	0,883636	0,000000	0	0,000000			1,000000
Total Adjusted	4,581943	6	0,763657						

Fuente: Elaboración propia

Apéndice E.4. Tabla ANOVA: Sabor

ANOVA; Var.:Sabor (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 7 Runs Sequential fit of models of increasing complexity									
Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr
Linear	0,317640	2	0,158820	2,579446	4	0,644861	0,246285	0,792739	0,109641
Quadratic	2,032097	3	0,677366	0,547348	1	0,547348	1,237540	0,565056	0,811069
Special Cubic	0,547348	1	0,547348	0,000000	0	0,000000			1,000000
Total Adjusted	2,897086	6	0,482848						

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE F. Cálculo de costos

INVERSION INICIAL				
Laminadora	unidad	1	1.917,00	1.917,00
Licuada industrial	unidad	1	800,00	800,00
Equipo de refrigeración	unidad	1	860,00	860,00
Tanques de remojo	unidad	1	1.000,00	1.000,00
PRECIO TOTAL US\$				\$4.577,00

COSTOS VARIABLES				
MATERIA PRIMA				
Fécula de yuca	kg	3059	0,56	1.713,14
Aceite de girasol	Lt	375	2,37	888,69
Levadura en polvo	kg	122	9,00	1.096,80
Goma xantana	kg	187	18,00	3.374,78

Sal	kg	134	0,49	65,84
Azúcar	kg	94	0,91	85,31
Semillas de girasol	kg	1653	10,00	16.530,19
Agar-Agar	kg	116	90,00	10.405,58
Vinagre	Lt	81	0,53	43,06
ENVASES				
Bolsa de polietileno de alta densidad (500gr)	unidad	27000	0,05	1.350,00
MANO DE OBRA				
Personal de planta	unidad	5	400,00	2.000,00
PRECIO TOTAL US\$				\$35.553,53

COSTOS FIJOS				
SERVICIOS BÁSICOS				
Luz, agua, telefonía, internet	mes	1	1.000,00	1.000,00
MANO DE OBRA INDIRECTA				
Administrador	mes	1	900	900,00
Jefe de producción	mes	1	1500	1.500,00
Bodeguero	mes	1	400	400,00
Costos de transporte	mes	1	1500	1.500,00
Gastos de oficina	mes	1	100	100,00
PRECIO TOTAL US\$				\$5.400,00

GASTOS				
Permisos y registros	unidad	1	200,00	200,00
Gastos administrativos varios	unidad	1	7.500,00	7.500,00
PRECIO TOTAL US\$				\$7.700,00

DEPRECIACIÓN ANUAL		Vida útil		Anual	Mensual
Laminadora	unidad	15	1.917,00	127,80	10,65
Licadora industrial	unidad	10	800,00	80,00	6,67
Equipo de refrigeración	unidad	15	860,00	57,33	4,78
Tanques de remojo	unidad	20	1.000,00	50,00	4,17
PRECIO TOTAL US\$				\$315,13	\$26,26

Fuente: Elaboración propia

Diseño de una línea de producción de tequeños de yuca congelados rellenos de un producto tipo queso a base de semillas de girasol

PROBLEMA

El presente trabajo pretende satisfacer la necesidad que tiene una empresa procesadora de vegetales ubicada en la ciudad de Guayaquil, para aprovechar la cantidad aproximada de 840 kg diarios de subproducto que se obtienen de una línea principal de yuca congelada, dándole un valor agregado.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una línea de producción de tequeños de yuca congelados rellenos de un producto tipo queso a base de semillas de girasol, en base a la formulación del producto, aspectos regulatorios, tecnológicos y costos, para el aprovechamiento de un subproducto generado en la línea de producción de yuca pelada congelada.

PROPUESTA

Para obtener la formulación final del producto se estableció una formulación base para el relleno vegano y para la masa de yuca se identificó tres ingredientes significativamente importantes para la formulación final. Se realizó un diseño de mezclas simplex con centroide con el software Statistica.

Con los datos obtenidos por medio de una prueba sensorial a 38 jueces no entrenados se obtuvieron los valores óptimos de cada componente y el porcentaje de deseabilidad de la formulación final.

Se usó el software Corelap para plantear el diseño de la línea de proceso de los tequeños de yuca, considerando la relación de las actividades del proceso, los espacios necesarios por los equipos y el espacio disponible en la infraestructura.

Para el análisis financiero se estimaron los costos de operación e inversión, y se calculó el punto de equilibrio.

RESULTADOS

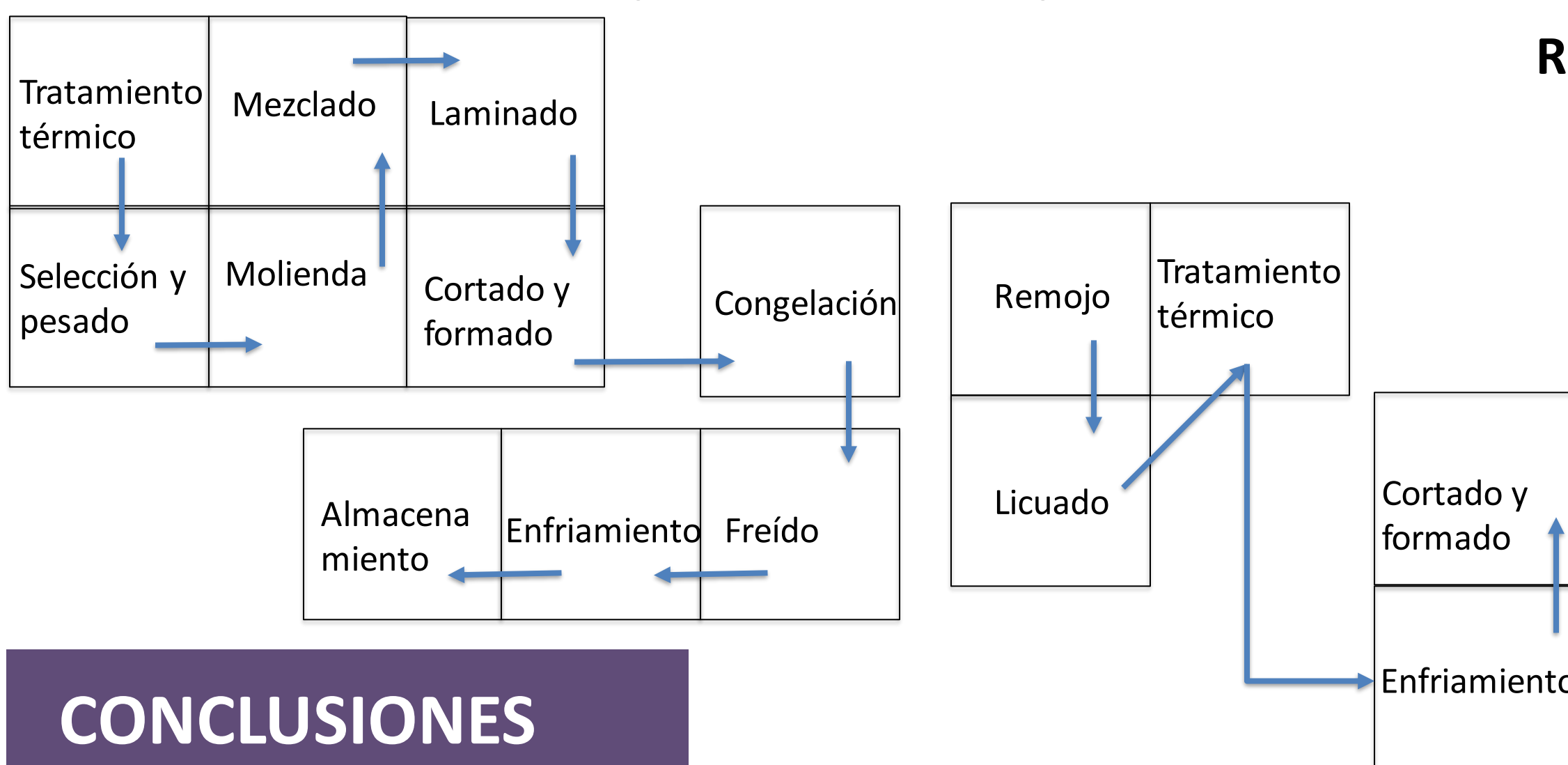
Formulación base del relleno vegano a base de semillas de girasol

Ingredientes	Porcentaje
Semillas de girasol	52,9%
Agua	31,6%
Fécula de yuca	7,9%
Agar-Agar	3,7%
Vinagre	2,6%
Sal	1,3%

Formulación final para la masa de yuca

Ingredientes	Porcentaje
Yuca cocinada	40,0%
Fécula de yuca	31,3%
Agua	19,5%
Aceite de girasol	4,0%
Levadura activa seca	1,3%
Goma xantana	1,9%
Sal	1,0%
Azúcar	1,0%

Distribución de la línea de producción de tequeños



CONCLUSIONES

- Con una deseabilidad del 81.53% de los atributos apariencia, textura y sabor se logró obtener la siguiente formulación: fécula de yuca 31,3%, levadura activa seca 1,3% y goma xantana 1,9% en conjunto con los porcentajes de los demás componentes: yuca cocinada 40,0%, agua 19,5%, aceite de girasol 4,0%, sal 1,0% y azúcar 1,0%.
- El diseño de la línea de producción se realizó distribuyendo espacios en una superficie total disponible de 55 m², dando como resultado una distribución que optimiza el uso de este espacio y minimiza el tiempo del proceso
- Con costo unitario de \$1,90 por funda de 12 unidades de 480 gr y una utilidad del 75%, se observó ganancias después de vender 5933 unidades.
- Con una capacidad de producción estimada de 496 unidades por día el punto de equilibrio se llegaría a partir del tercer día de producción.



Factores y niveles del diseño de mezclas

Componentes	Nivel bajo (0)	Nivel medio (0,5)	Nivel alto (1)
Fécula de yuca	30%	35%	40%
Levadura activa seca	1,0%	1,25%	1,5%
Goma xantana	1,5%	2,0%	2,5%